

13. 2. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 5 1 8 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 5 1 8 8]

出 願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 会 社
Applicant(s):

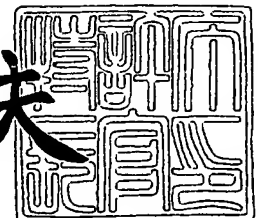
RECEIVED	
02 APR 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 3 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH146963

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 10/20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 田野辺 博正

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 野口 一人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 岡田 顕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 松岡 茂登

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 坂本 尊

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 森脇 撰

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100069981

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 精孝

【電話番号】 03-3508-9866

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008866

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701413

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信ネットワークシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 n 個 (n は 2 以上の整数) の入力ポートと m 個 (m は 2 以上の整数) の出力ポートを有し、それぞれの入力ポートに入力された信号光を、該信号光の波長に基づいて所定の出力ポートに出力するルーティング機能を有する波長ルーティングデバイスと、

1 個 (1 は 2 以上の整数) の通信端末あるいは通信ノードと、

前記通信端末或いは通信ノードと前記波長ルーティングデバイスとを接続して通信経路を形成する光ファイバとを備え、

2 つ以上の前記通信端末あるいは通信ノードによって所定の論理的トポロジを構成するように前記通信端末或いは通信ノードが通信に用いる信号光の波長と前記波長ルーティングデバイスの入出力ポートの対応関係が設定されており、

前記通信端末あるいは通信ノードは、通信に用いる信号光の波長を切り替え設定する手段を有している

ことを特徴とする光通信ネットワークシステム。

【請求項 2】 2 つ以上の前記通信端末あるいは通信ノードによって構成される前記論理的ネットワークトポロジを 2 つ以上有し、

所定の論理的ネットワークトポロジに属する通信端末或いは通信ノードを他の論理的ネットワークトポロジに接続或いは移設するときに該通信端末或いは通信ノードが通信に用いる信号光の波長を切り替える波長切替手段を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 3】 前記波長切替手段は、前記通信端末或いは通信ノードに設けられた多波長光源アレイ、異なる波長の信号光を送受信する複数のトランシーバ、波長可変光源のうちの何れかを備えて構成されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 4】 前記波長切替手段は、前記通信端末或いは通信ノードに設けられ、受信側に所定波長の光のみを通過させる可変波長フィルタを備えて構成されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 5】 互いに独立した論理的ネットワークポロジを 2 つ以上有することを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 6】 前記論理的ネットワークポロジとして、論理的リングネットワークポロジ、論理的スターネットワークポロジ、論理的メッシュネットワークポロジのうちの少なくとも何れか 1 種類を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 7】 互いに通信可能に接続された 2 つ以上の前記波長ルーティングデバイスを備えている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 8】 前記通信端末或いは通信ノードは前記波長ルーティングデバイスに接続された異なる 2 つ以上の通信経路を有し、該通信端末或いは通信ノードを 2 個以上含む前記論理的ネットワークポロジとして論理的リングネットワークポロジが形成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 9】 前記通信端末或いは通信ノードは、前記波長ルーティングデバイスに接続された異なる 2 つ以上の通信経路を主通信経路とし、該主通信系路と同様に構成された副通信経路を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 10】 前記論理的ネットワークポロジとして論理的リングネットワークポロジが形成されており、

前記論理的リングネットワークポロジに属する通信端末或いは通信ノードのそれぞれが逆方向通信が可能な 2 つの通信経路を有し、

前記通信端末或いは通信ノードは、一方の通信経路が切断された場合に、他方の通信経路から入力して前記一方の通信経路へ出力する信号光を、前記他方の通信経路に折り返して送信する手段を有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 11】 前記論理的ネットワークポロジとして論理的リングネットワークポロジが形成されており、

前記論理的リングネットワークポロジに属する通信端末或いは通信ノードのそれぞれが逆方向通信が可能な2つの通信経路を有し、

前記通信端末或いは通信ノードは、一方の通信経路を用いて通信を行う通信端末或いは通信ノードとの通信が不能になった場合に、該通信不能になった通信端末或いは通信ノードを飛び越してその次の通信端末或いは通信ノードと通信できるように信号光の波長を切替設定する手段を備えている

ことを特徴とする請求項1に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項12】 各通信端末或いは通信ノードが前記波長ルーティングデバイスに対して1心の光ファイバで接続されている

ことを特徴とする請求項1に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項13】 前記波長ルーティングデバイスが、波長周回性のアレイ導波路回折格子(AWG)からなる

ことを特徴とする請求項1に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項14】 各通信端末或いは通信ノードに接続されて管理用信号を送受信する管理ノードと、

各通信端末或いは通信ノードに設けられ前記管理用信号を送受信する管理用送受信器とを備えている

ことを特徴とする請求項1に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項15】 前記各通信端末或いは通信ノードは、前記管理用信号を信号光として送受信する手段と、前記各通信端末或いは通信ノード間で伝送される本信号の信号光と前記管理用信号の信号光とを合波する合波手段と、前記本信号の信号光と前記管理用信号の信号光とが合波された信号光から前記本信号の信号光と前記管理用信号の信号光と分波する分波手段とを備えている

ことを特徴とする請求項14に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項16】 前記各通信端末或いは通信ノードと前記管理ノードとの間において、前記管理用信号を前記本信号を伝送するネットワークとは異なる通信経路を介して伝送する

ことを特徴とする請求項14に記載の光通信ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、地域行政ネットワークに代表されるような、高セキュリティで且つ安定で、その負荷や機能が分散配置され、しかもその論理的ネットワークトポロジーが臨機応変に変更でき、インターネットデータセンタ（iDC）網やインターネットエクスチェンジ（IX）網への適用が容易に期待できる光通信ネットワークシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、光通信ネットワークを流通するトラフィック量は刻々と変化し、データセンタに代表されるようにその量も爆発的に増大している。さらに、光通信ネットワークに収容する通信端末或いは通信ノードの数や、データの種類も多種多様になりつつあり、そのネットワークトポロジーや接続形態、あるいはトラフィック収容量もダイナミックに変化させることが必要となってきた。

【0003】

また、異なったトポロジーを有したネットワーク同士をセキュリティを確保しつつ結合していくこと、信号の形式や運用ポリシーが異なるネットワークをシンプルに且つ低コストで重畳させ、低コストに運用することが強く求められている。

【0004】

【非特許文献1】

K.Kato et al, "32x32full-mesh (1024 path) wavelength-routing WDM network based on uniform-loss cyclic-frequency arrayed-waveguide grating", Electronics Letters, vol.33. 1865-1866. 1997.

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の光通信ネットワークの構成では、互いに独立した異なる通信ネットワークを結合させようとする、それぞれのネットワークトポロジーや、ネットワークポリシー、及びその運用方式がそれぞれで異なっている場合が多々あり、ネットワークトポロジーの再設計が極めて困難であるため、それぞれのネッ

トワークテクノロジーを活かしつつ結合せざるを得ないことから、結果として運用コストが増加するという問題点があった。

【0006】

さらに、それぞれの光通信ネットワークで流通する情報の信号形態が、Ether形式であったり、ATM形式であったりと、種々雑多の場合に、その信号の種類ごとのネットワークを敷設する必要があった。

【0007】

加えて、種々のポリシや信号形態が混在した光通信ネットワークでは、VLANやVPNといった論理構造だけのセキュリティしか取り得ず、これを実現するには極めて高度なネットワーク技術力を要したり、運用コストが上昇するという問題点があった。

【0008】

また、独立した光ファイバをそれぞれの光通信ネットワーク毎に敷設することも考えられてはいるものの、柔軟な設計変更や運用が困難という問題点があった。

【0009】

本発明の目的は上記の問題点に鑑み、シンプルなネットワーク構成の上で、柔軟なネットワーク設計・構築・運用を簡便に実現し、異なったネットワーク同士も容易に相互接続することが可能であり、頑強なセキュリティを有し且つ障害発生時にも安定に動作可能な光通信ネットワークシステムを低コストに実現することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の目的を達成するために、 n 個（ n は2以上の整数）の入力ポートと m 個（ m は2以上の整数）の出力ポートを有し、それぞれの入力ポートに入力された信号光を、該信号光の波長に基づいて所定の出力ポートに出力するルーティング機能を有する波長ルーティングデバイスと、1個（1は2以上の整数）の通信端末あるいは通信ノードと、前記通信端末或いは通信ノードと前記波長ルーティングデバイスとを接続して通信経路を形成する光ファイバとを備え、2つ

以上の前記通信端末あるいは通信ノードによって所定の論理的トポロジを構成するように前記通信端末或いは通信ノードが通信に用いる信号光の波長と前記波長ルーティングデバイスの入出力ポートの対応関係が設定されており、前記通信端末あるいは通信ノードは、通信に用いる信号光の波長を切り替え設定する手段を有している光通信ネットワークシステムを提案する。

【0011】

本発明によれば、物理的には波長ルーティングデバイスにスター状に接続されている2つ以上の通信端末あるいは通信ノードによって論理的リングネットワークトポロジを構成するように前記通信端末或いは通信ノードが通信に用いる信号光の波長と前記波長ルーティングデバイスの入出力ポートの対応関係が設定されている。

【0012】

さらに、前記信号光の波長設定によって、2つ以上の前記通信端末あるいは通信ノードによって構成される互いに独立した論理的ネットワークトポロジを2つ以上構成すること及び所定の論理的ネットワークへ新たな通信端末あるいは通信ノードを増設することができると共に、異なる論理的ネットワークトポロジ間における通信端末あるいは通信ノードの移設を、通信ケーブルの移設や増設を行うことなく容易に行うことができる。また、前記信号光の波長設定によって、論理的リングネットワークトポロジや、論理的スタートポロジ或いは論理的メッシュトポロジを構成することも容易に可能である。

【0013】

さらに、本発明は、上記構成において、2つ以上の前記通信端末あるいは通信ノードによって構成される前記論理的ネットワークトポロジを2つ以上有し、所定の論理的ネットワークトポロジに属する通信端末或いは通信ノードを他の論理的ネットワークトポロジに接続或いは移設するときに該通信端末或いは通信ノードが通信に用いる信号光の波長を切り替える波長切替手段を有する光通信ネットワークシステムを提案する。

【0014】

本発明によれば、波長切替手段によって前記信号光の波長を切り替えることに

より、異なる論理的ネットワークポロジ間における通信端末あるいは通信ノードの移設を、通信ケーブルの移設や増設を行うことなく容易に行うことができる。

【0015】

また、本発明は、上記構成において、前記波長切替手段は、前記通信端末或いは通信ノードに設けられた多波長光源アレイ、異なる波長の信号光を送受信する複数のトランシーバ、波長可変光源のうちの何れかを備えて構成されている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0016】

本発明では、多波長光源アレイや、異なる波長の信号光を送受信する複数のトランシーバ、波長可変光源のうちの何れかを前記波長切替手段に備えることにより、前記通信端末或いは通信ノードから出力される信号光の波長を容易に切り替えられるようにした。

【0017】

さらに、本発明は、上記構成において、前記波長切替手段は、前記通信端末或いは通信ノードに設けられ、受信側に所定波長の光のみを通過させる可変波長フィルタを備えて構成されている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0018】

本発明では、前記波長切替手段に可変波長フィルタを備えることにより、前記通信端末或いは通信ノードによって受信される信号光の波長を容易に切り替えられるようにした。

【0019】

また、本発明は、上記構成において、互いに独立した論理的ネットワークポロジを2つ以上有する光通信ネットワークシステムを提案する。

【0020】

本発明では、異なる論理的ネットワークポロジが互いに独立するように、前記通信端末或いは通信ノードが通信に用いる信号光の波長と前記波長ルーティングデバイスの入出力ポートの対応関係が設定されている。

【0021】

また、本発明は、上記構成において、前記論理的ネットワークポロジータして、論理的リングネットワークポロジータ論理的スターネットワークポロジータ論理的メッシュネットワークポロジータのうちの少なくとも何れか1種類を有する光通信ネットワークシステムを提案する。

【0022】

また、本発明は、上記構成において、互いに通信可能に接続された2つ以上の前記波長ルーティングデバイスを備えている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0023】

本発明によれば、2つ以上の波長ルーティングデバイスを互いに通信可能に接続することにより、これらの波長ルーティングデバイスに接続されている通信端末或いは通信ノード間を接続した論理的ネットワークポロジータ形成可能である。

【0024】

また、本発明は、上記構成において、前記通信端末或いは通信ノードは前記波長ルーティングデバイスに接続された異なる2つ以上の通信経路を有し、該通信端末或いは通信ノードを2個以上含む前記論理的ネットワークポロジータして論理的リングネットワークポロジータ形成されている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0025】

本発明によれば、一の通信端末或いは通信ノードにおいて、一方の通信経路によって接続される通信端末或いは通信ノードと、他方の通信経路によって接続される通信端末或いは通信ノードとが異なるように各通信経路を用いた通信用信号光の波長が設定され、論理的リングネットワークポロジータ形成されている。

【0026】

また、本発明では、上記構成において、前記通信端末或いは通信ノードは、前記波長ルーティングデバイスに接続された異なる2つ以上の通信経路を主通信経路とし、該主通信系路と同様の構成された副通信経路を有する光通信ネットワークシステムを提案する。

【0027】

本発明によれば、前記主通信経路による通信が不能になったときに前記副通信経路による通信を行うことにより、ネットワーク通信を維持することができる。

【0028】

また、本発明は、上記構成において、前記論理的ネットワークポロジータンとして論理的リングネットワークポロジータンが形成されており、前記論理的リングネットワークポロジータンに属する通信端末或いは通信ノードのそれぞれが逆方向通信が可能な2つの通信経路を有し、前記通信端末或いは通信ノードは、一方の通信経路が切断された場合に、他方の通信経路から入力して前記一方の通信経路へ出力する信号光を、前記他方の通信経路に折り返して送信する手段を有する光通信ネットワークシステムを提案する。

【0029】

本発明によれば、何れかの通信経路に障害が発生して所定の通信端末或いは通信ノードとの通信が不可能になったときに、この通信不能になった通信端末或いは通信ノードに接続されていた通信端末或いは通信ノードによって信号光を折り返した論理的ネットワークポロジータンを形成し、ネットワーク通信を維持することができる。

【0030】

また、本発明は、上記構成において、前記論理的ネットワークポロジータンとして論理的リングネットワークポロジータンが形成されており、前記論理的リングネットワークポロジータンに属する通信端末或いは通信ノードのそれぞれが逆方向通信が可能な2つの通信経路を有し、前記通信端末或いは通信ノードは、一方の通信経路を用いて通信を行う通信端末或いは通信ノードとの通信が不能になった場合に、該通信不能になった通信端末或いは通信ノードを飛び越してその次の通信端末或いは通信ノードと通信できるように信号光の波長を切替設定する手段を備えている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0031】

本発明によれば、何れかの通信経路に障害が発生して所定の通信端末或いは通信ノードとの通信が不可能になったときに、この通信不能になった通信端末或い

は通信ノードを飛び越して論理的リングネットワークトポロジを形成し、ネットワーク通信を維持することができる。

【0032】

また、本発明は、上記構成において、各通信端末或いは通信ノードが前記波長ルーティングデバイスに対して1心の光ファイバで接続されている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0033】

本発明では、各通信端末或いは通信ノードを波長ルーティングデバイスに対して1心の光ファイバで接続しているので、2心以上の光ファイバ出接続する場合に比べてコストを低減することができる。

【0034】

また、本発明は、上記構成において、前記波長ルーティングデバイスが、波長周回性のアレイ導波路回折格子（AWG）からなる光通信ネットワークシステムを提案する。

【0035】

本発明では、前記波長ルーティングデバイスを波長周回性のアレイ導波路回折格子（AWG）によって構成することにより装置の小型化を図った。

【0036】

また、本発明は、上記構成において、各通信端末或いは通信ノードに接続されて管理用信号を送受信する管理ノードと、各通信端末或いは通信ノードに設けられ前記管理用信号を送受信する管理用送受信器とを備えている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0037】

本発明によれば、管理ノードと各通信端末或いは通信ノードとの間で管理用信号の送受信が行われ、各通信端末或いは通信ノードの状態が管理される。

【0038】

また、本発明は、上記構成において、前記各通信端末或いは通信ノードは、前記管理用信号を信号光として送受信する手段と、前記各通信端末或いは通信ノード間で伝送される本信号の信号光と前記管理用信号の信号光とを合波する合波手

段と、前記本信号の信号光と前記管理用信号の信号光とが合波された信号光から前記本信号の信号光と前記管理用信号の信号光と分波する分波手段とを備えている光通信ネットワークシステムを提案する。

【0039】

本発明によれば、各通信端末或いは通信ノードにおいて、前記管理用信号の信号光と本信号の信号光とが合波されて伝送され、合波された前記管理用信号の信号光と本信号の信号光とを受信して分波できるので、各通信端末或いは通信ノードに接続される光ファイバを増設することなく各通信端末或いは通信ノードの状態を管理することができる。

【0040】

また、本発明は、上記構成において、前記各通信端末或いは通信ノードと前記管理ノードとの間で、前記管理用信号を前記本信号を伝送するネットワークとは異なる通信経路を介して伝送する光通信ネットワークシステムを提案する。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、図面に従って本発明の一実施形態を詳しく説明する。

【0042】

尚、以下に説明する実施形態では、波長ルーティングデバイスの入出力ポートの数を m 、 n 、ならびに通信端末或いは通信ノードの数を 1 として、それぞれ 4 、 5 、 13 、あるいは 14 を例にとって説明しているが、これらの数に限定されるものではなく、いずれも 2 以上であればよい。

【0043】

また、本発明のネットワーク構成に含まれる論理的ネットワークの数は 1 個の場合について説明しているが、 2 個以上の同様なネットワークが混載された場合も同様である。

【0044】

同様に、本発明が多重に冗長化された場合、 2 個に限らず、 2 個以上の複数の同様なネットワークが並列に構成されても本発明の請求の範囲を超えるものではない。

【0045】

また、ネットワークを構成するに当たって、光伝送損失により増幅器が必要となる場合もあるが、この光増幅器を送受信装置間のどこかに設置してもよい。

【0046】

〔第1実施形態〕

本発明の光通信ネットワークシステムに係る第1実施形態の物理的トポロジを図1に示す。図1において、101は波長ルーティングデバイスで、例えば波長ルーティングデバイスの代表的な例としてアレイ導波路型の回折格子（AWG）を用いている。

【0047】

波長ルーティングデバイス101は、図2、3に示すように、入力ポート201～205および出力ポート301～305を有し、その入出力ポート201～205, 301～305のそれぞれが周囲に配置したパーソナルコンピュータ等の通信端末或いはルーター等の通信網の結節点となる通信ノード（以下、これらを総括して通信端末ノードと称する）401～405に光ファイバ501～505によって接続されている。また、各通信端末ノード401～405は通信に用いる信号光の波長を切り替える手段（図示せず）を備えている。

【0048】

図2は2心の光ファイバによって波長ルーティングデバイス101と各通信端末ノード401～405とを接続した例であり、図3は1心の光ファイバによって波長ルーティングデバイス101と各通信端末ノード401～405とを接続した例である。

【0049】

波長ルーティングデバイス101の代表的な例として、入力ポート201～205及び出力ポート301～305を有するアレイ導波路型の回折格子（AWG）を配置し、その入出力ポート201～205, 301～305のそれぞれから周囲に配置した通信端末ノード401～405を光ファイバ501～505によって接続した構成を有する。

【0050】

波長ルーティングデバイス101においては、各通信端末ノード401～405から送信されて入力ポート201～205に入力された信号光の信号601～605が、その波長毎

に、波長に応じた出力ポート301～305に出力される。

【0051】

これにより、各通信端末ノード401～405から、行き先（送信先）の通信端末ノード401～405に設定されている波長の信号光を切り替え選択して送信すればよく、物理的には図1に示す物理トポロジのようにシンプルなスター網構成でありながら、論理的には図4に示す様なスター（メッシュ）状のネットワークトポロジや、図5に示す様なリング状のネットワークトポロジを容易に実現することができる。

【0052】

図4、5のそれぞれには、信号の送信経路イメージ（波長パス）と、通信経路の論理トポロジ構成を示している。

【0053】

図4に示すスター（メッシュ）状のネットワークトポロジを構成する場合には、波長ルーティングデバイス101における入出力ポート201～205, 301～305の信号光波長に基づく接続関係及び各通信端末ノード401～405で用いる信号光の波長を図6に示す波長配置のように設定すればよい。尚、図4において斜線により強調表示された波長を用いることになる。

【0054】

また、図5に示すリング状のネットワークトポロジを構成する場合には、波長ルーティングデバイス101における入出力ポート201～205, 301～305の信号光波長に基づく接続関係及び各通信端末ノード401～405で用いる信号光の波長を図7に示す波長配置のように設定すればよい。尚、図5において斜線により強調表示された波長を用いることになる。

【0055】

尚、2つ以上の波長ルーティングデバイスを通信用可能に接続して、これらの波長ルーティングデバイスに接続されている通信端末ノード間で所定の論理的ネットワークトポロジを形成しても良い。

【0056】

[第2実施形態]

本発明の光通信ネットワークシステムに係る第2実施形態を図8乃至図10に示す。本実施形態では、光通信ネットワークシステムの拡張方法を例にとりて、本発明の特徴を詳細に説明する。

【0057】

第2実施形態では、図8に示すようなシンプルなスタートポロジ型の物理的ネットワーク構成を小規模実現した場合である。ここでは、第1実施形態で説明した波長ルーティングデバイス101を有するセンタ拠点401Aに対して、通信端末ノード402~406を備えた5つの拠点402A~406Aを接続した場合を示す。

【0058】

図9は図8のネットワーク構成を拡張して、通信端末ノード数を増大させた場合の物理的ネットワーク構成を示し、図10は図9の構成における論理的ネットワーク構成を示す。

【0059】

図9に示す光通信ネットワークは、センタ拠点401Aの波長ルーティングデバイス101に接続された通信端末ノード407~418を備えた拡張拠点407A~418Aを設けた例である。また、図9に示す光通信ネットワークでは、図10に示すように、拠点401A, 402Aと拡張拠点407A, 408Aによって論理的リングネットワークトポロジが構成され、拠点401A, 406Aと拡張拠点413A~416Aによって論理的スター（メッシュ）ネットワークトポロジが構成され、拠点401A, 405Aと拡張拠点409A~412Aによって論理的リングネットワークトポロジが構成され、拠点401A, 403A, 404Aと拡張拠点417A, 418Aによって論理的スター（メッシュ）ネットワークトポロジが構成されている。さらに、拠点401A, 405Aと拡張拠点412A, 418Aによって論理的スター（メッシュ）ネットワークトポロジが構成されている。

【0060】

実際のネットワーク構成では、ネットワーク構築初期段階から図9に示したような大規模なネットワークを構築することはあまりなく、ネットワーク運用状態や運用規模の拡張により、図8に示したようなネットワーク構成から順次ネットワーク規模を拡張していくことが通常である。第2実施形態では、図8のネットワーク構成を基に、中央に配置する波長ルーティングデバイス（AWG）101の

入出力ポート数の規模を上限として、拡張時には、通信端末ノード401～418を光ファイバで波長ルーティングデバイス101に接続して拡張拠点407A～418Aを増設して行けば、既設の通信端末ノード401～406の通信状態を妨害或いは停止することなく、ネットワーク規模を容易に大規模化することが可能である。

【0061】

さらに、本実施形態のネットワーク構成では、先の第1実施形態（図1）に示した通り、スター（メッシュ）トポロジのみならず、リング形式の論理トポロジを容易に構成することが可能であるため、図10に示したように、スター状の物理的トポロジを持つ同一のネットワーク上に、メッシュ、スター、リングなどの異なった論理的ネットワークトポロジが共存する光通信ネットワークシステムを構築することが可能となる。

【0062】

本構成では、各通信端末ノード401～418が送信する信号光の波長を変えてやるだけで送信先を選択できるため、論地的ネットワークトポロジを変更する場合、初期の物理的なネットワーク構成における光ファイバのつなぎ換えなどに長期間を要することなく、かつ高コストの工事を行う必要がないので、極めて容易に短期間で低コストに論理的ネットワークトポロジを変更することが可能となる。また、波長ルーティングデバイス101における入出力ポートの波長配置を変えることにより論理的ネットワークトポロジの変更を行っても良い。

【0063】

[第3実施形態]

本発明の光通信ネットワークシステムに係る第3実施形態を図11及び図14に示す。図11は物理的なネットワーク構成を示し、図12はその論理的ネットワークトポロジを示す。また、図13は第3実施形態のネットワーク構成における論理的構成の詳細を説明する図、図14は第3実施形態の波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの波長配置関係を示す図である。ここでは、インターネットデータセンタ（iDC）網へ適用した例を説明している。

【0064】

即ち、通信端末ノード701～705を備えたデータセンタ701A～705Aが波長ルーテ

ィングデバイス101を備えたセンタ拠点101Aに光ファイバを介して接続されていると共に、通信ノード706～713を備えた拠点706A～713Aが光ファイバを介してセンタ拠点101Aに接続されている。

【0065】

また、波長ルーティングデバイス101と各通信ノード701～713の信号光波長の設定によって、データセンタ701A～705Aは論理的スター（メッシュ）ネットワークポロジを構成して分散データセンタWDM（Wavelength Division Multiplexing）コアネットワーク721を形成し、データセンタ701A～705Aの通信ノード701～705と通信ノード706, 710によってMPLS（Multi-protocol Label Switching）コアネットワーク（論理的フルメッシュネットワークポロジ）722が形成されている。さらに、通信ノード706～709によってRPR（Resilient Packet Ring）ネットワーク（論理的リングネットワークポロジ）723が形成され、通信ノード710～713によってEthernetwork（論理的スターネットワークポロジ）724が形成され、通信ノード707と通信ノード713との間に単純スター構成のPoint-Point接続からなるビル間相互接続ネットワーク725が形成されている。

【0066】

本実施形態では、先の第1及び第2実施形態で説明した通り、図11に示すようなシンプルなスター状の物理的構成であるにもかかわらず、論理的ネットワークポロジが論理的スター（メッシュ）ネットワークポロジと論理的リングネットワークポロジとを混在できているという特徴だけでなく、経路制御方法として広く知られているMPLS（Multi-protocol Label Switching）や、高速な傷害回避方法を実現した方式として知られているRPR（Resilient Packet Ring）といったネットワーク管理技術も重畳させることが可能であり、データセンタ701A～705Aの通信ノード701～705などが分散して存在する場合やインターネットエクスチェンジ（IX）など、極めて安定で高セキュリティなネットワークを極めてシンプルに短時間で低コストに構築できるという特徴がある。

【0067】

図14において、ノード番号1～16は波長ルーティングデバイス101の入出

力ポートの番号を表し、本実施形態では各ノード番号1～13の入出力ポートのそれぞれが通信端末ノード701～713に接続され、各通信端末ノード701～713における信号光の波長配置関係が設定されている。この場合、前述のように通信端末ノードの数は13の場合に相当している。

【0068】

この波長配置によって、図11、12に示した通り、論理的リングネットワークトポロジに接続された通信ノード706～709は、メッシュ接続されたデータセンタ701～705の通信ノード701～705に接続されている。このとき、通信ノード701～705、706、719はMPLSのLSR (Label Switch Router) であり、通信ノード706がMPLSのLSR (Label Switch Router) 境界となる。また、通信ノード710～713は単純なスター状に接続された論理的ネットワーク構成を容易に実現し、通信ノード710～713はメッシュ接続されたデータセンタ701～705の通信ノード701～705に接続されている。このとき、通信ノード710がMPLSのLSR (Label Switch Router) 境界となっている。

【0069】

また、本実施形態では、図14に示すように、論理的スター（メッシュ）トポロジによるMPLSコアネットワーク721では波長 $\lambda 1 \sim \lambda 9$ を用い、論理的リングネットワークトポロジによるPRPネットワーク723では波長 $\lambda 12 \sim \lambda 16$ を用い、論理的スタートポロジからなるEtnetネットワーク724では波長 $\lambda 4 \sim \lambda 9$ を用い、ビル間相互接続ネットワーク725では、波長 $\lambda 3$ を用いている。

【0070】

ここで、センタに配置する波長ルーティングデバイス101としては 16×16 の規模のAWGを配置した場合の波長配置を示しているが、もちろん、この規模は 16×16 に限定されるわけではなく、通信ノードの収容数以上の規模であればよい。

【0071】

[第4実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第4実施形態を図15、1

6を参照して説明する。第4実施形態は、上記第3実施形態の構成に対して新たな通信ノード714を追加挿入する場合の一例を説明する。図15は第4実施形態のネットワーク論理構成を示す図、図16は上記第3実施形態の波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの波長配置関係を示す図である。図16において、ノード番号1～16は波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの番号を表し、本実施形態では各ノード番号1～14の入出力ポートのそれぞれが通信端末ノード701～714に接続され、各通信端末ノード701～714における信号光の波長配置関係が設定されている。この場合、通信端末ノードの数は14の場合に相当している。

【0072】

本実施形態では、上記第3実施形態のRPRネットワーク723の論理的リングネットワークトポロジにおいて、新たに通信端末ノード714を通信ノード708と通信ノード709との間に挿入新設している。この場合、図16に示すように、変更前では通信ノード708と通信ノード709との間で波長 $\lambda 16$ の信号光を用いて通信していたのに代えて、通信ノード708と通信ノード714との間の通信に波長 $\lambda 5$ を用い、通信ノード709と通信ノード714との間の通信に波長 $\lambda 6$ を用いるように各通信ノード708, 709, 714の通信波長を設定変更すればよい。この様に、通信ノード708, 709, 714の通信波長を設定変更するだけで、新たな通信ノード714をネットワークに容易に新設することが可能である。ここでは、論理的な中央位置に配置する波長ルーティングデバイス101としては 16×16 の規模のAWGを配置した場合の波長配置を示しているが、先の例でも述べたように、もちろん、 16×16 の規模に限定されるわけではなく、通信ノードの収容数以上の規模であればよい。

【0073】

[第5実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第5実施形態を図17, 18を参照して説明する。第5実施形態は、上記第4実施形態の構成において、RPRネットワーク723の論理的リングネットワークトポロジ中に存在していた通信ノード707を論理的スタートポロジからなるEtnetネットワーク724に移設

する一例である。図17は第5実施形態のネットワーク論理構成を示す図、図18は波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの波長配置関係を示す図である。図18において、前述と同様にノード番号1～16は波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの番号を表し、本実施形態では各ノード番号1～14の入出力ポートのそれぞれが通信端末ノード701～714に接続され、各通信端末ノード701～714における信号光の波長配置関係が設定されている。この場合、前述のように通信端末ノードの数は14の場合に相当している。

【0074】

本実施形態では、通信ノード714が挿入された論理的リングネットワークトポロジーに収容されていた通信端末ノード707を、新たに通信端末ノード710に帰属するスターネットワークとして移設し、論理的トポロジーを変更する場合のネットワーク論理構成、および各通信端末ノードでの波長配置関係を示している。この場合、移設前には、通信端末ノード707が波長 $\lambda 12$ と波長 $\lambda 14$ を用いてそれぞれ通信端末ノード706と通信端末ノード708と通信していたのに代えて、通信端末ノード707の通信波長を波長 $\lambda 16$ に設定し、この波長 $\lambda 16$ を用いて通信端末ノード707と通信端末ノード710との通信を行うようにすればよい。また、移設前には、通信端末ノード706と通信端末ノード707との間の通信に波長 $\lambda 12$ を用い、通信端末ノード707と通信端末ノード708との間の通信に波長 $\lambda 13$ を用いていたが、移設後には、通信端末ノード706と通信端末ノード708との間で波長 $\lambda 13$ を用いて通信を行うように各通信ノード707, 708, 709の通信波長を設定変更すればよい。

【0075】

このように、上記の実施形態のように、通信に用いる信号光の波長の配置を変更するだけで、論理的なネットワークトポロジーをダイナミックに変更することができる。ここで、図18にはセンタに配置する波長ルーティングデバイス101として 16×16 の規模のAWGを配置した場合の波長配置を示しているが、もちろん、この規模は 16×16 に限定されるわけではなく、通信端末ノードの収容数以上の規模であればよい。

【0076】

[第6実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第6実施形態を図19、20を参照して説明する。本実施形態では、論理的リングネットワークポロジを形成する波長配置を有し、4つの通信端末ノード701~704を収容するネットワーク構成を一例として説明する。

【0077】

図19は第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける物理構成を示す図、図20は第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける論理構成及び波長ルーティングデバイス101の波長配置を示す図である。本実施形態では、波長ルーティングデバイス101として4×4周回性AWGを用いている。また、図20に示す波長配置において、ノード番号1~4は波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの番号を表し、本実施形態では各ノード番号1~4の入出力ポートのそれぞれが通信端末ノード701~704に接続され、各通信端末ノード701~704における信号光の波長配置関係が設定されている。この場合、通信端末ノードの数は4の場合に相当している。

【0078】

図19において、各通信端末ノード701~704は、WDMインタフェース（以下、WDM-I Fと称する）700aと2つのメディアアクセス制御部（以下、MACと称する）700b, 700cを有し、一方のMAC700bは波長 λ_2 の信号光を用いてWDM-I F700aを介して通信を行い、他方のMAC700cは波長 λ_4 の信号光を用いてWDM-I F700aを介して通信を行うように各MAC700b, 700cの信号光波長が設定されている。さらに、各MAC700b, 700cは、受信した信号を折り返して送信する機能を備えている。

【0079】

また、波長ルーティングデバイス101の波長配置が図20に示すように設定されているので、通信端末ノード701と通信端末ノード702との間で波長 λ_2 の信号光を用いた双方向通信が行われ、通信端末ノード702と通信端末ノード703との間で波長 λ_4 の信号光を用いた双方向通信が行われ、通信端末ノード703と通信端末ノード704との間で波長 λ_2 の信号光を用いた双方向通信が行われ、通信端末

ノード704と通信端末ノード701との間で波長 λ 4の信号光を用いた双方向通信が行われる。これにより、各MAC700b, 700cにおける外回りの通信Outer-TX, Outer-RXと内回りの通信Inner-TX, Inner-RXが行われ、論理的リングネットワークポロジが形成されている。

【0080】

図中に示した波長配置により、信号はすべての通信端末ノード701~704を一周するが、本実施形態では、双方向に信号光を伝送させることを特徴としている。ここでは双方向の波長が同じ波長を使うように設定しているものの、異なった波長配置であっても本質的には変化しない。また、ここで、センタに配置する波長ルーティングデバイス101として 4×4 の規模のAWGを配置した場合の波長配置を示しているが、もちろん、この規模は 4×4 に限定されるわけではなく、通信端末ノードの収容数以上の規模であればよい。

【0081】

この構成において、図21に示すように、通信端末ノード701と波長ルーティングデバイス101とを接続する光ファイバが切断された場合について以下に説明する。

【0082】

この場合、図22の論理構成に示すように、通信端末ノード701と通信端末ノード702との間、および通信端末ノード701と通信端末ノード704との間に直接接続されていた通信を、通信端末ノード701と波長ルーティングデバイス101とを接続する光ファイバが切断された後に各通信端末ノード702, 704でそれぞれ折り返すことにより光ファイバ切断の障害を回避することができる。即ち、通信端末ノード701と波長ルーティングデバイス101とを接続する光ファイバが切断された場合、通信端末ノード702のMAC700cによって通信端末ノード703から受信した信号を折り返して通信端末ノード703に送信し、通信端末ノード704のMAC700bによって通信端末ノード703から受信した信号を折り返して通信端末ノード703に送信することにより、通信端末702~704における通信を維持することができる。

【0083】

尚、図23に示すように通信端末ノード701自体に障害が発生した場合も同様

である。また、上記のような障害が発生したときにこれを検出して自動的に信号を折り返すようにすることは容易に可能であり、この様に自動的に信号の折り返しを行うことにより、障害発生時の対処を高速でしかも安定に行うことができる。

【0084】

[第7実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第7実施形態を図24、25を参照して説明する。本実施形態では、1心の光ファイバを用いて構成しており、各通信端末ノードと波長ルーティングデバイスの送受信ポート201~204, 301~304には、光サーキュレータなどの光非相反回路1001~1008が設けられている。図24は第7実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図、図25は第7実施形態における波長配置を説明する図である。

【0085】

図24において、101は $N \times N$ -AWG (N は整数)を用いた波長ルーティングデバイスで、その4つの入力ポート201~204と4つの出力ポート301~304が用いられ、これらが光非相反回路1001~1008及び1心の光ファイバ501~504を介して4つの通信端末ノード701~704に接続されている。

【0086】

通信端末ノード701は送信器1101と受信器1201及び非相反回路1001を有する光D-EMUX(Demultiplexer)デバイス1401を備えている。非相反回路1001は送信器1101の出力端と受信器1201の入力端に接続されると共に光ファイバ501及び非相反回路1005を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート201と出力ポート301に接続されている。

【0087】

通信端末ノード702は送信器1102と受信器1202及び非相反回路1002を有する光D-EMUX(Demultiplexer)デバイス1402を備えている。非相反回路1002は送信器1102の出力端と受信器1202の入力端に接続されると共に光ファイバ502及び非相反回路1006を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート202と出力ポート302に接続されている。

【0088】

通信端末ノード703は送信器1103と受信器1203及び非相反回路1003を有する光DEMUX(Demultiplexer)デバイス1403を備えている。非相反回路1003は送信器1103の出力端と受信器1203の入力端に接続されると共に光ファイバ503及び非相反回路1007を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート203と出力ポート303に接続されている。

【0089】

通信端末ノード704は送信器1104と受信器1204及び非相反回路1004を有する光DEMUX(Demultiplexer)デバイス1404を備えている。非相反回路1004は送信器1104の出力端と受信器1204の入力端に接続されると共に光ファイバ504及び非相反回路1008を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート204と出力ポート304に接続されている。

【0090】

また、波長ルーティングデバイス101と各非相反回路1001~1008は、図25に示す波長配置を満たすように信号光のルーティング設定されている。即ち、通信端末ノード701から送信された波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 の信号光は記述の順に通信端末ノード701, 702, 703, 704に送られる。また、通信端末ノード702から送信された波長 λ_4 , λ_1 , λ_2 , λ_3 の信号光は記述の順に通信端末ノード701, 702, 703, 704に送られ、通信端末ノード703から送信された波長 λ_3 , λ_4 , λ_1 , λ_2 の信号光は記述の順に通信端末ノード701, 702, 703, 704に送られ、通信端末ノード704から送信された波長 λ_2 , λ_3 , λ_4 , λ_1 の信号光は記述の順に通信端末ノード701, 702, 703, 704に送られる。本実施形態では、各通信端末ノード701~704の送受信器の送受信波長を λ_2 に設定することにより論理的リングネットワークトポロジを構成している。

【0091】

[第8実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第8実施形態を図26を参照して説明する。本実施形態は図24, 25に示した第7の形態を元にしたシステムであり、ファイバ断線などの障害が発生した場合の障害回避を考慮した構成

を有するシステムである。

【0092】

即ち、図19、20に示した第6実施形態や図24、25に示した第7実施形態では、1心の光ファイバを用いて通信端末ノードと波長ルーティングデバイスとの間を接続しているため、これらの間の光ファイバが切断されると特定の通信端末ノード701が孤立してしまうという問題点がある。

【0093】

これに対して、本実施形態では、送受信系統の光ファイバを2重化して光ファイバ切断等の障害時においても特定の通信端末ノードが孤立しない方法を実現可能にしている。

【0094】

即ち、図26に示す第8実施形態では、 $N \times N$ -AWG (N は整数)を用いた2個の波長ルーティングデバイス101,102を備え、それぞれの4つの入力ポート201~204, 205~208と4つの出力ポート301~304, 305~308が用いられ、これらが1心の光ファイバ501~516を介して4つの通信端末ノード701~704に接続されている。

【0095】

通信端末ノード701は、送信器1101と受信器1201を有するトランシーバ1501と、送信器1102と受信器1202を有するトランシーバ1502を備えている。トランシーバ1501の送信器1101の出力端は光ファイバ501を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート201に接続され、受信器1201の入力端は光ファイバ502を介して波長ルーティングデバイス101の出力ポート301に接続されている。また、トランシーバ1502の送信器1102の出力端は光ファイバ503を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート205に接続され、受信器1202の入力端は光ファイバ504を介して波長ルーティングデバイス102の出力ポート305に接続されている。

【0096】

通信端末ノード702は、送信器1103と受信器1203を有するトランシーバ1503と、送信器1104と受信器1204を有するトランシーバ1504を備えている。トランシーバ1503の送信器1103の出力端は光ファイバ505を介して波長ルーティングデバイ

ス101の入力ポート202に接続され、受信器1203の入力端は光ファイバ506を介して波長ルーティングデバイス101の出力ポート302に接続されている。また、トランシーバ1504の送信器1104の出力端は光ファイバ507を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート206に接続され、受信器1204の入力端は光ファイバ508を介して波長ルーティングデバイス102の出力ポート306に接続されている。

【0097】

通信端末ノード703は、送信器1105と受信器1205を有するトランシーバ1505と、送信器1106と受信器1206を有するトランシーバ1506を備えている。トランシーバ1505の送信器1105の出力端は光ファイバ509を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート203に接続され、受信器1205の入力端は光ファイバ510を介して波長ルーティングデバイス101の出力ポート303に接続されている。また、トランシーバ1506の送信器1106の出力端は光ファイバ511を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート207に接続され、受信器1206の入力端は光ファイバ512を介して波長ルーティングデバイス102の出力ポート307に接続されている。

【0098】

通信端末ノード704は、送信器1107と受信器1207を有するトランシーバ1507と、送信器1108と受信器1208を有するトランシーバ1508を備えている。トランシーバ1507の送信器1107の出力端は光ファイバ513を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート204に接続され、受信器1207の入力端は光ファイバ514を介して波長ルーティングデバイス101の出力ポート304に接続されている。また、トランシーバ1508の送信器1108の出力端は光ファイバ515を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート208に接続され、受信器1208の入力端は光ファイバ516を介して波長ルーティングデバイス102の出力ポート308に接続されている。

【0099】

上記構成のように2重化冗長構成を持たせることによって、送受信系統の光ファイバが2重化されているので、光ファイバ切断等の障害時においても特定の通信端末ノードが孤立することがない。

【0100】

尚、トランシーバ1501～1508と波長ルーティングデバイス101, 102との間を2

心の光ファイバを用いて接続してもよい。

【0101】

[第9実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第9実施形態を図27を参照して説明する。本実施形態は、第8実施形態と同様に、図24、25に示した第7の形態を元にしたシステムであり、ファイバ断線などの障害が発生した場合の障害回避を考慮した構成を有するシステムである。

【0102】

即ち、第9実施形態では、第7実施形態の構成を2つ重畳させることにより、通信端末ノードと波長ルーティングデバイスとの間を接続している光ファイバ切断等の障害時においても特定の通信端末ノードが孤立しない方法を実現可能にしている。また、第9実施形態の構成では、1心の光ファイバを用いて構成しており、各通信端末ノードと波長ルーティングデバイスの送受信ポートには、光サーキュレータなどの光非相反回路が設けられている。

【0103】

図27に示す第9実施形態では、 $N \times N$ -AWG (N は整数)を用いた2個の波長ルーティングデバイス101, 102を備え、それぞれの4つの入力ポート201~204, 205~208と4つの出力ポート301~304, 305~308が用いられ、これらが光非相反回路1001~1016及び1心の光ファイバ501~508を介して4つの通信端末ノード701~704に接続されている。

【0104】

通信端末ノード701は、送信器1101と受信器1201及び非相反回路1001を有する光DEMUXデバイス1401と、送信器1102と受信器1202及び非相反回路1002を有する光DEMUXデバイス1402を備えている。

【0105】

非相反回路1001は送信器1101の出力端と受信器1201の入力端に接続されると共に光ファイバ501及び非相反回路1005を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート201と出力ポート301に接続されている。

【0106】

非相反回路1002は送信器1102の出力端と受信器1202の入力端に接続されると共に光ファイバ502及び非相反回路1013を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート205と出力ポート305に接続されている。

【0107】

通信端末ノード702は、送信器1103と受信器1203及び非相反回路1003を有する光DEMUXデバイス1403と、送信器1104と受信器1204及び非相反回路1004を有する光DEMUXデバイス1404を備えている。

【0108】

非相反回路1003は送信器1103の出力端と受信器1203の入力端に接続されると共に光ファイバ503及び非相反回路1006を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート202と出力ポート302に接続されている。

【0109】

非相反回路1004は送信器1104の出力端と受信器1204の入力端に接続されると共に光ファイバ504及び非相反回路1014を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート206と出力ポート306に接続されている。

【0110】

通信端末ノード703は、送信器1105と受信器1205及び非相反回路1009を有する光DEMUXデバイス1405と、送信器1106と受信器1206及び非相反回路1010を有する光DEMUXデバイス1406を備えている。

【0111】

非相反回路1009は送信器1105の出力端と受信器1205の入力端に接続されると共に光ファイバ505及び非相反回路1007を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート203と出力ポート303に接続されている。

【0112】

非相反回路1010は送信器1106の出力端と受信器1206の入力端に接続されると共に光ファイバ506及び非相反回路1015を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート207と出力ポート307に接続されている。

【0113】

通信端末ノード704は、送信器1107と受信器1207及び非相反回路1011を有する

光DEMUXデバイス1407と、送信器1108と受信器1208及び非相反回路1012を有する光DEMUXデバイス1408を備えている。

【0114】

非相反回路1011は送信器1107の出力端と受信器1207の入力端に接続されると共に光ファイバ507及び非相反回路1008を介して波長ルーティングデバイス101の入力ポート204と出力ポート304に接続されている。

【0115】

非相反回路1012は送信器1108の出力端と受信器1208の入力端に接続されると共に光ファイバ508及び非相反回路1016を介して波長ルーティングデバイス102の入力ポート208と出力ポート308に接続されている。

【0116】

上記構成のように2重化冗長構成を持たせるによって、送受信系統の光ファイバが2重化されているので、光ファイバ切断等の障害時においても特定の通信端末ノードが孤立することがない。

【0117】

また、上記2重化冗長構成を持つ場合、1心の光ファイバを用いた場合でも、2心の光ファイバを用いた場合でも、同時に双方向に信号光を伝送することにより、当該一方向の光ファイバが切断されても、特定の通信端末ノードが孤立することはなく、より安定なネットワーク構成を実現することができる。

【0118】

[第10実施形態]

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第10実施形態を図28を参照して説明する。図28において、図27に示した第9実施形態と同一構成部分は同一符号をもって表しその説明を省略する。また、第10実施形態と第9実施形態との相違点は、前述した第9実施形態における送信器1101～1108に代えて可変波長光源を用いた送信器901～908を備えたことである。

【0119】

この様に、可変波長光源を有する送信器901～908を用いることにより、論理的リングネットワークトポロジを構成している場合、信号光の波長を可変して、

障害が発生して通信不能になった通信端末ノードをスキップして（飛び越して）障害を回避することが可能である。尚、可変波長光源に代えて多波長光源アレイを用いても同様の効果を得ることができる。

【0120】

〔第11実施形態〕

第11実施形態では、第6実施形態の光通信ネットワークシステムに上記第10実施形態のような可変波長光源を有する送信器を適用した一例について図29、30を参照して説明する。図29は第11実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図、図30は第11実施形態における光ネットワークシステムの論理構成を示す図である。

【0121】

図29、30において、図19、20に示す第6実施形態と同一構成部分は同一符号をもって表しその説明を省略する。

【0122】

本実施形態は、第6実施形態と同様に、論理的リングネットワークトポロジを持つ波長配置を有し、4つの通信端末ノード701~704を収容するネットワーク構成であり、信号はすべての通信端末ノード701~704を一周している。本実施形態では、単方向、あるいは双方向に信号光を伝送させることを特徴としているが、特定の光ファイバ断線、あるいは特定の通信端末ノードの障害に対して、障害が発生した地点の直前の通信端末ノードから障害が発生した通信端末ノードをスキップして（飛び越して）次の通信端末ノードに送信するように、各通信端末ノード701~704に配置された波長可変光源によって送信波長を選択することを特徴としている。

【0123】

例えば、図29に示すように、通信端末ノード701と波長ルーティングデバイス101との間の通信が不能になったとき、すなわち、論理的リングネットワークトポロジにおいて通信端末ノード701と通信端末ノード702, 704との間の通信が不能になったとき、図30に示すように、通信端末ノード702, 704のそれぞれにおいて通信端末ノード701との通信に用いていた信号光の波長を波長 $\lambda 1$ に代え

ることにより通信端末ノード701をスキップして（飛び越して）通信端末ノード702と通信端末ノード704との間の通信を確立した論理的リングネットワークトポロジを形成することができる。これにより、障害が発生した場合、通信可能な通信端末ノード間での論理的リングネットワークトポロジを確立して通信を維持することができる。

【0124】

尚、上記のような障害が発生したときにこれを検出して自動的に信号光の波長を切り替えるようにすることは容易に可能であり、この様に自動的に信号光の波長を切り替えることにより、障害発生時の対処を高速でしかも安定に行うことができる。

【0125】

〔第12実施形態〕

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第12実施形態を図31を参照して説明する。図31は第12実施形態の光通信ネットワークシステムの物理構成を示す図である。

【0126】

第12実施形態のシステムは、前述した第7実施形態における送信器1101～1104に代えて可変波長光源を有する送信器901～904を設けると共に、受信器1201～1204と非相反回路（光サーキュレータ）1001～1004との間に可変波長フィルタ1501～1504を設けたシステムである。ここでは、例として、4個の通信端末701～704を1心の光ファイバ801～804で接続する場合について説明する。

【0127】

各通信端末ノード701～704には所望の通信端末ノードに向けて信号を送信するための可変波長光源を有する送信器901～904と、他の通信端末ノードから送られてきた種々の波長の信号光のうちの1つの波長の信号光を選別するための可変波長フィルタ1501～1504を配置している。

【0128】

この例では、受信器1201～1204と可変波長フィルタ1501～1504は各通信端末に一对具備する例を示したが、もちろん複数の波長の信号光を同時に受信するため

に、複数対の受信器と可変波長フィルタを配置してもよい。

【0129】

論理的ネットワークポロジを変更する場合や通信端末ノードを追加する場合、その通信端末ノードとの送受信に関連する通信端末ノードにおいては送信用の光源の波長を変化させる必要があるが、同時に、受信側も、多くの波長を選択して受信する必要があるため、受信した波長に応じた可変波長フィルタを設置することにより、必要以上の受信器を配置する必要がないので、経済的に優れている。

【0130】

尚、この実施形態では、1心光ファイバを用いた単一経路の場合について説明したが、冗長化された構成や2心光ファイバを用いた場合でも同様である。さらに、通信端末ノードの数も4に限定されるものではない。

【0131】

〔第13実施形態〕

次に、本発明の光通信ネットワークシステムに係る第13実施形態を図32を参照して説明する。

【0132】

図32は第13実施形態のネットワーク構成を示す図で、一例として、4個の通信端末ノード701~704を2心光ファイバ501~508で接続する構成を示している。もちろん通信端末ノードの数は4に限定されるものではない。

【0133】

図32において、101は前述と同様のAWG等を用いた波長ルーティングデバイス、701~704は通信端末ノード、1601は管理ノード、1801~1816はWDMカプラである。

【0134】

通信端末701~704は、管理用送受信器1701~1704と、送受信器2501~2504、WDMカプラ1801~1808、分流器2101~2104を備えている。

【0135】

管理用送受信器1701~1704は管理用信号受信部1901~1904と管理用信号送信部

2001～2004を備え、管理用信号受信部1901～1904の入力端はWDMカプラ1802, 1804, 1806, 1808に接続され、管理用信号送信部2001～2004の出力端はWDMカプラ1801, 1803, 1805, 1807に接続されている。管理用信号受信部1901～1904は管理ノード1601から送られてくる管理用信号を受信し、管理用信号送信部2001～2004は管理ノード1601へ管理用信号を送信する。

【0136】

送受信器2501～2504は、可変波長光源を有する送信器901～904とモニタフォトディテクタ（以下、モニタPDと称する）2201～2204、可変波長フィルタ1501～1504を備えた受信器1201～1204を備えている。

【0137】

送信器901～904の出力端は分流器2101～2104を介してWDMカプラ1801, 1803, 1805, 1807とモニタPD2201～2204に接続されている。また、受信器1201～1204の入力端は可変波長フィルタ1501～1504を介してWDMカプラ1802, 1804, 1806, 1808に接続されている。

【0138】

WDMカプラ1801, 1803, 1805, 1807は、それぞれWDMカプラ1809～1812を介して管理用送受信器1705～1708の管理用信号受信部1905～1908と波長ルーティングデバイス101の入力ポート201～204に接続されている。

【0139】

管理ノード1601は4つの管理用送受信器1705～1708とその制御部1602を有し、管理用送受信器1705～1708は管理用信号受信部1905～1908と管理用信号送信部2005～2008を備えている。

【0140】

管理用信号送信部2005～2008の出力端はWDMカプラ1813～1816の一方の入力端に接続され、WDMカプラ1813～1816の他方の入力端は記述の順に波長ルーティングデバイス101の出力ポート301～304に接続されている。さらに、WDMカプラ1813～1816の出力端はWDMカプラ1802, 1804, 1806, 1808の入力端に接続されている。

【0141】

また、波長ルーティングデバイス101は、入力ポート201, 202, 203, 204に入力された信号光を出力ポート302, 303, 304, 301に記述の順に対応して出力するように設定されている。

【0 1 4 2】

上記構成の光通信ネットワークシステムでは、各通信端末ノード701～704で送受信される本信号2301～2308として、その波長が1. 5ミクロン帯の光を用いている。同時に、このネットワークを管理するために、当該通信波長帯（1. 5ミクロン帯）とは異なる波長、例えば1. 3ミクロン帯の波長の光を管理用信号2401～2408として用いている。

【0 1 4 3】

各通信端末ノード701～704から送出された本信号2301～2304と管理用信号2401～2404は、各通信端末ノード701～704に配置されたWDMカプラ1801, 1803, 1805, 1807で合波された後に波長ルーティングデバイス101へ向けて送信される。当該波長ルーティングデバイス101方向に送信された本信号2301～2304と管理用信号2401～2404は、当該波長ルーティングデバイス101に到達する前にWDMカプラ1809～1812で分波され、本信号2301～2304は波長ルーティングデバイス101の入力ポート201～204に導入され、管理用信号2401～2404は管理ノード1601に配置された管理用信号送受信部1905～1908の管理用信号受信部1905～1908に導入され、各通信端末ノード701～704の通信状態の管理を行うことができる。

【0 1 4 4】

さらに、各通信端末ノード701～704にはモニタPD2201～2204が配置されているため、各通信端末ノード701～704に配置した可変波長光源を有する送信器901～904から送信された一部の光を分流器2101～2104を介してモニタPD2201～2204に導入することにより、送信された本信号2301～2304の光の状態を監視することができる。

【0 1 4 5】

管理ノード1601からは、各通信端末701～704に対して管理用信号2405～2408を1. 3ミクロン帯の光で送信し、その管理用信号2405～2408と波長ルーティングデバイス101の出力ポート301～304から出力された本信号2304, 2301, 2302, 2303と

をWDMカプラ1813～1816を用いて合波し、各通信端末701～704へ送信する。

【0146】

各通信端末ノード701～704で受信された本信号2301～2304と管理用信号2405～2408は、各通信端末ノード701～704に配置されたWDMカプラ1802, 1804, 1806, 1808で再び分波され、本信号2301～2304は可変波長フィルタ1501～1504を介して各受信器1201～1204に導入され、管理用信号2405～2408は各通信端末ノード701～704に配置された管理用信号送受信機1701～1704に導入される。

【0147】

この構成により、各通信端末ノード701～704の状態やネットワークトポロジの変更、あるいは通信端末ノードの挿入や離脱を管理ノード1601で一元管理することが可能となる。ここで管理用信号2401～2408の光の波長として、1.3ミクロン帯の波長の光を用いたが、本信号用の光の波長と分離できるならばどの波長を用いてもよい。また、本実施形態では、管理用信号2405～2408を本信号2301～2304と同じ光ファイバを通じて送受信する例を示しているが、この管理用信号を2405～2408を当該光ファイバとは異なる別の光ファイバ、或いはインターネット等の別の通信経路を通じて送受信しても良い。

【0148】

尚、前述した各実施形態に示した波長配置は、上記実施形態に限らず、使用する波長ルーティングデバイス101の入出力ポートのどのポートに接続するかで決まるものであり、任意の波長配置が可能であることは言うまでもない。

【0149】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の光通信ネットワークシステムによれば、ネットワーク構成の変更や通信端末ノードの増設に対して、信号光の波長を変化させたり信号光の波長を増設することによって簡単に対応可能であることから、経済的にもメリットが大きい。また、シンプルな物理的ネットワーク上において、多種の論理的ネットワークトポロジ構成を十分なセキュリティを持って重畳できるという非常に優れた効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムの物理的トポロジーを示す図

【図 2】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムにおいて 2 心の光ファイバによって波長ルーティングデバイスと各通信端末ノードとを接続した例を示す構成図

【図 3】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムにおいて 1 心の光ファイバによって波長ルーティングデバイスと各通信端末ノードとを接続した例を示す構成図

【図 4】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムにおいてスター（メッシュ）状のネットワークトポロジーを構成した場合を説明する図

【図 5】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムにおいてリング状のネットワークトポロジーを構成した場合を説明する図

【図 6】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムにおいてスター（メッシュ）状のネットワークトポロジーを構成した場合の波長配置を説明する図

【図 7】

本発明の第 1 実施形態の光通信ネットワークシステムにおいてリング状のネットワークトポロジーを構成した場合の波長配置を説明する図

【図 8】

本発明の第 2 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける初期の物理構成を説明する図

【図 9】

本発明の第 2 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける拡張時の物理構成を説明する図

【図 10】

本発明の第 2 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける拡張時の論理構成を説明する図

【図 11】

本発明の第 3 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける物理構成を説明する図

【図 12】

本発明の第 3 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける論理構成を説明する図

【図 13】

本発明の第 3 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける論理構成の詳細を説明する図

【図 14】

本発明の第 3 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける波長配置を説明する図

【図 15】

本発明の第 4 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける論理構成を説明する図

【図 16】

本発明の第 4 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける波長配置を説明する図

【図 17】

本発明の第 5 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける論理構成を説明する図

【図 18】

本発明の第 5 実施形態の光通信ネットワークシステムにおける波長配置を説明する図

【図 19】

本発明の第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける物理構成を説明する図

【図20】

本発明の第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける論理構成及び波長配置を説明する図

【図21】

本発明の第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける障害発生時の物理構成の一例を示す図

【図22】

本発明の第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける障害発生時の論理構成の一例を示す図

【図23】

本発明の第6実施形態の光通信ネットワークシステムにおける障害発生時の論理構成の一例を示す図

【図24】

本発明の第7実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

【図25】

本発明の第7実施形態における光ネットワークシステムの波長配置を説明する図

【図26】

本発明の第8実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

【図27】

本発明の第9実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

【図28】

本発明の第10実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

【図29】

本発明の第11実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

【図30】

本発明の第11実施形態における光ネットワークシステムの論理構成を示す図

【図 3 1】

本発明の第 1 2 実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

【図 3 2】

本発明の第 1 3 実施形態における光ネットワークシステムの物理構成を示す図

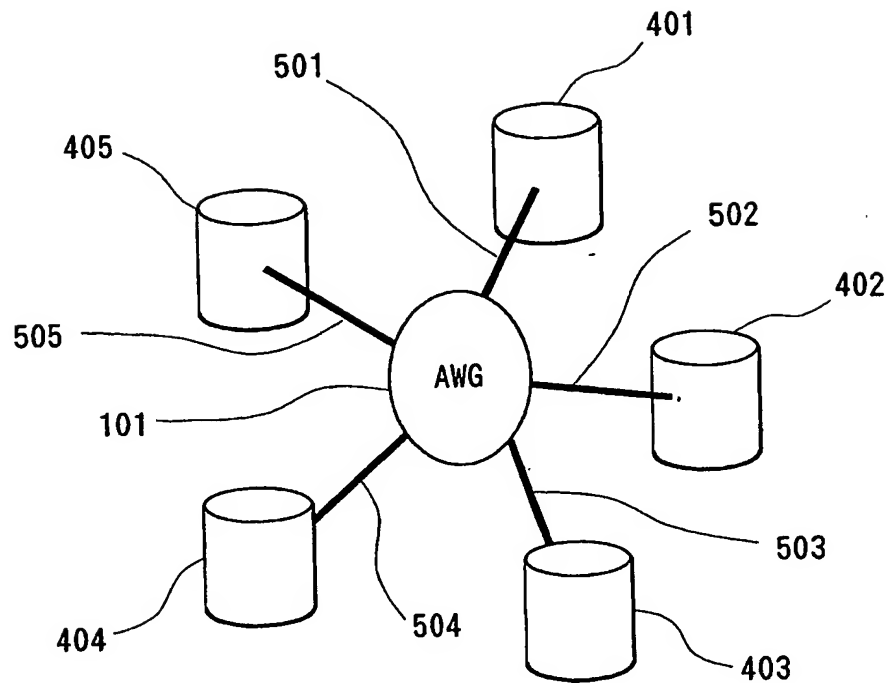
【符号の説明】

101, 102…波長ルーティングデバイス、201～208…入力ポート、301～308…出力ポート、401～405…通信端末ノード、501～516…光ファイバ、601～616…信号光、700a…WDM-IF、700b, 700c…MAC、701～714…通信端末ノード、801～808…1 心光ファイバ、901～908…波長可変光源または多波長光源アレイを有する送信器、1001～1016…非相反回路（光サーキュレータ）、1101～1104…送信器、1201～1204…受信器、1401～1404…光DEMUXデバイス、1501～1508…トランシーバ、1601…管理ノード、1701～1708…管理用送受信器、1801～1816…WDMカプラ、1901～1908…管理用受信器、2001～2008…管理用送信器、2101～2104…分流器、2201～2204…モニタPD、2301～2308…本信号、2401～2408…管理用信号。

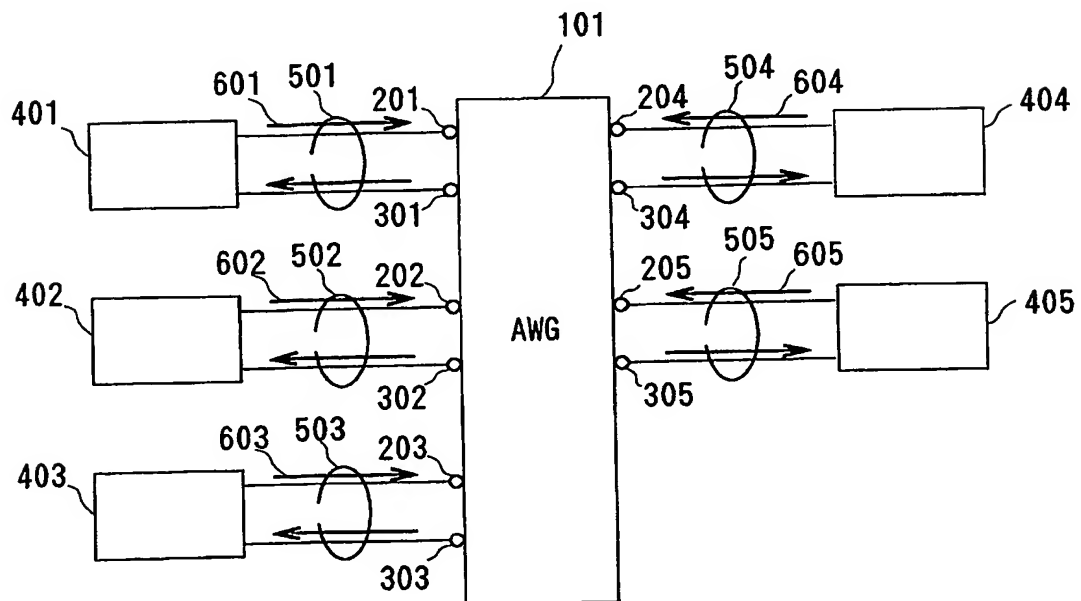
【書類名】

図面

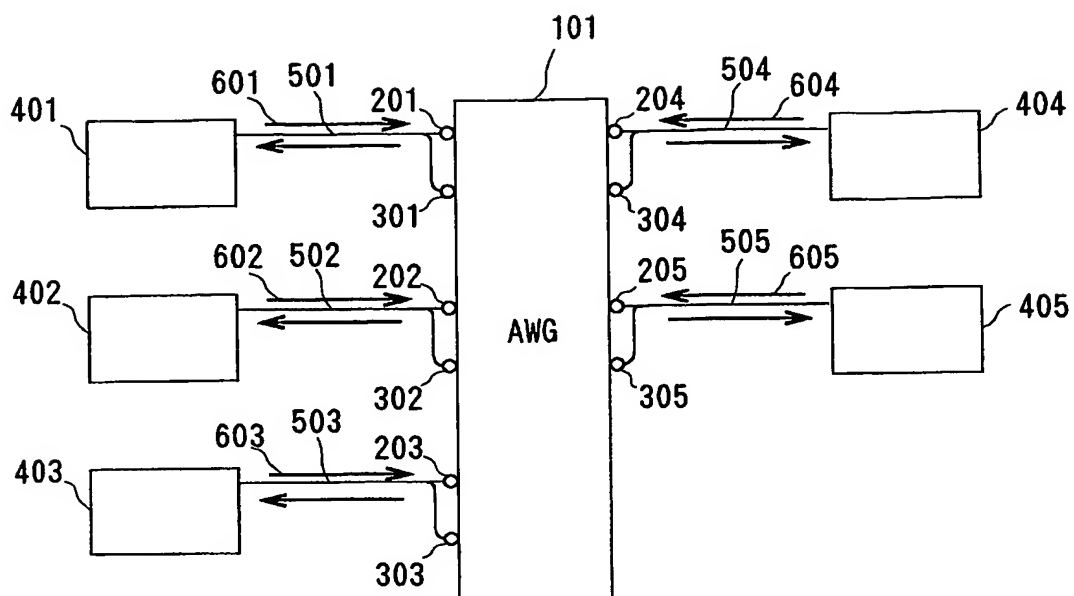
【図 1】



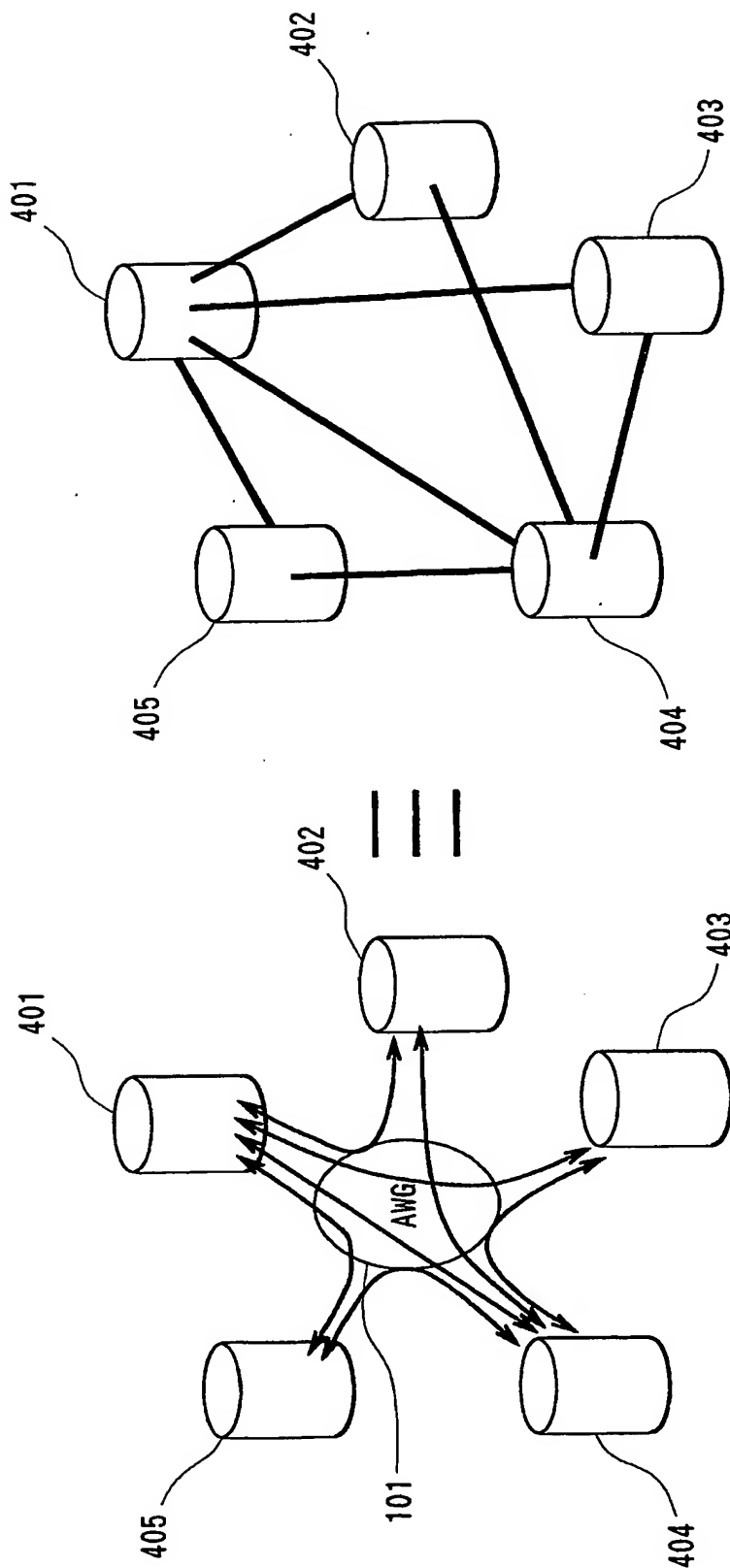
【図 2】



【図 3】



【図4】

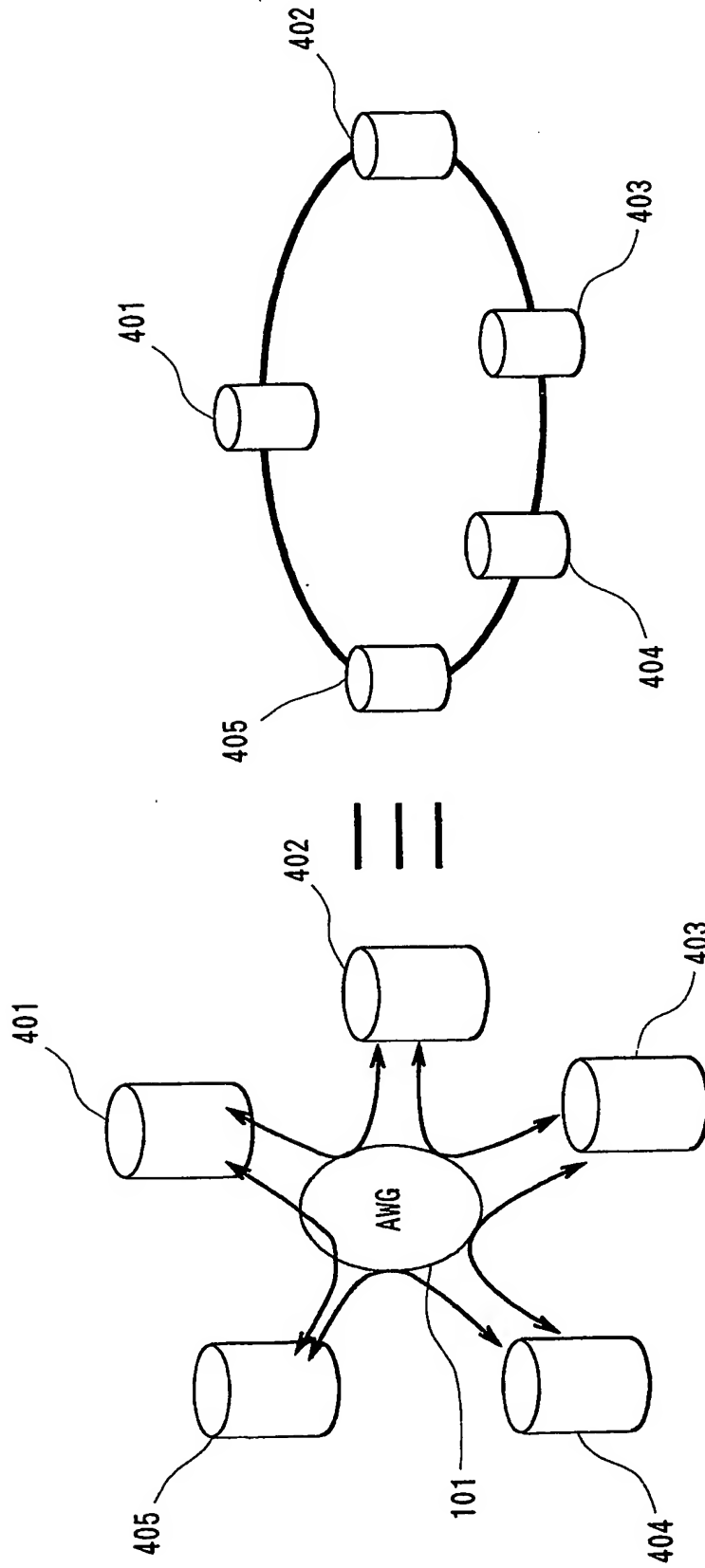


通信経路の論理トポロジー構成

信号の送信経路イメージ (波長パス)



【図 5】



通信経路の論理トポロジー構成

信号の送信経路イメージ (波長バス)

【図6】

		出力ポート				
		301	302	303	304	305
入力ポート	201	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
	202	$\lambda 5$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
	203	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$
	204	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 1$	$\lambda 2$
	205	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 1$

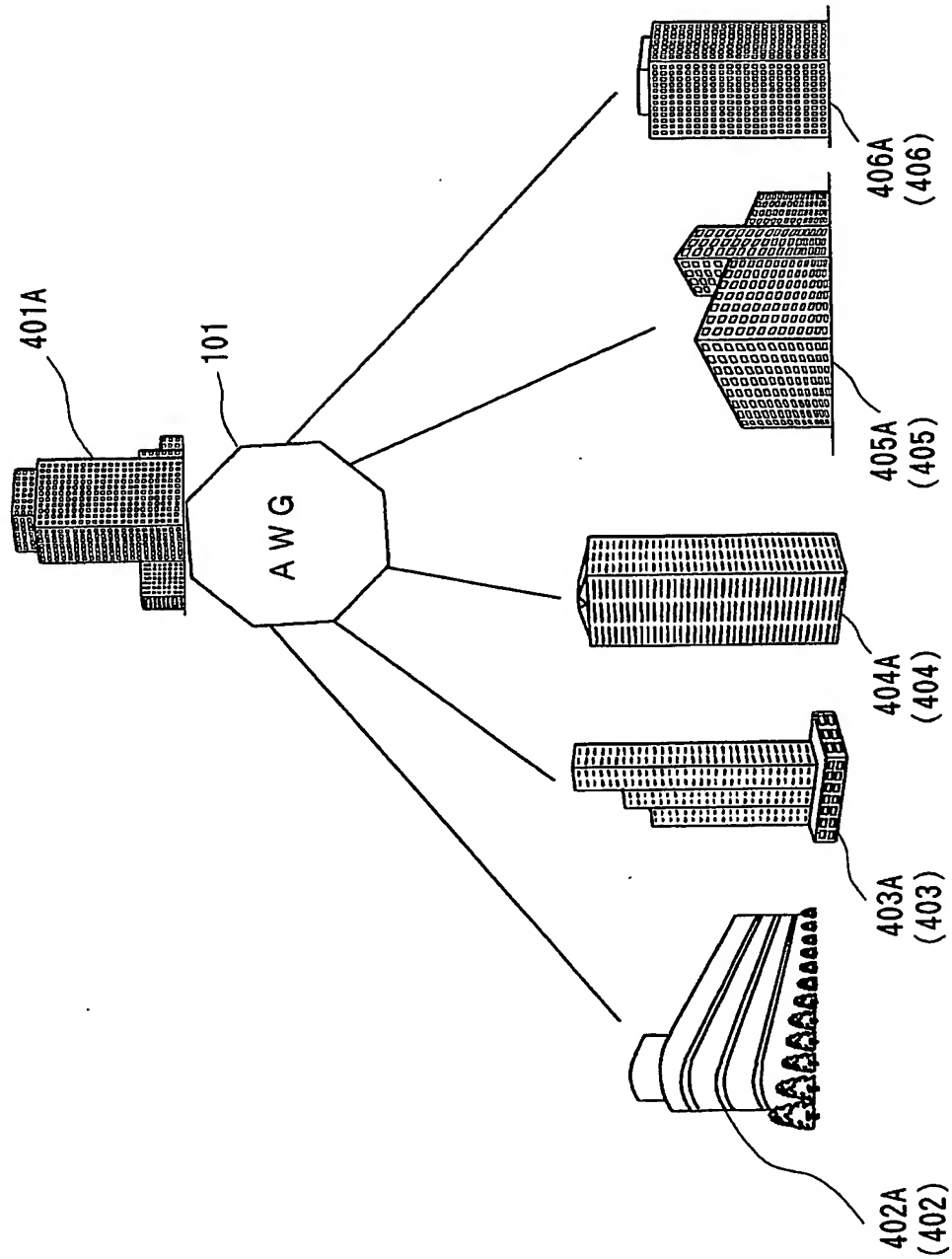
スター（メッシュ）トポロジーを実現する波長配置

【図7】

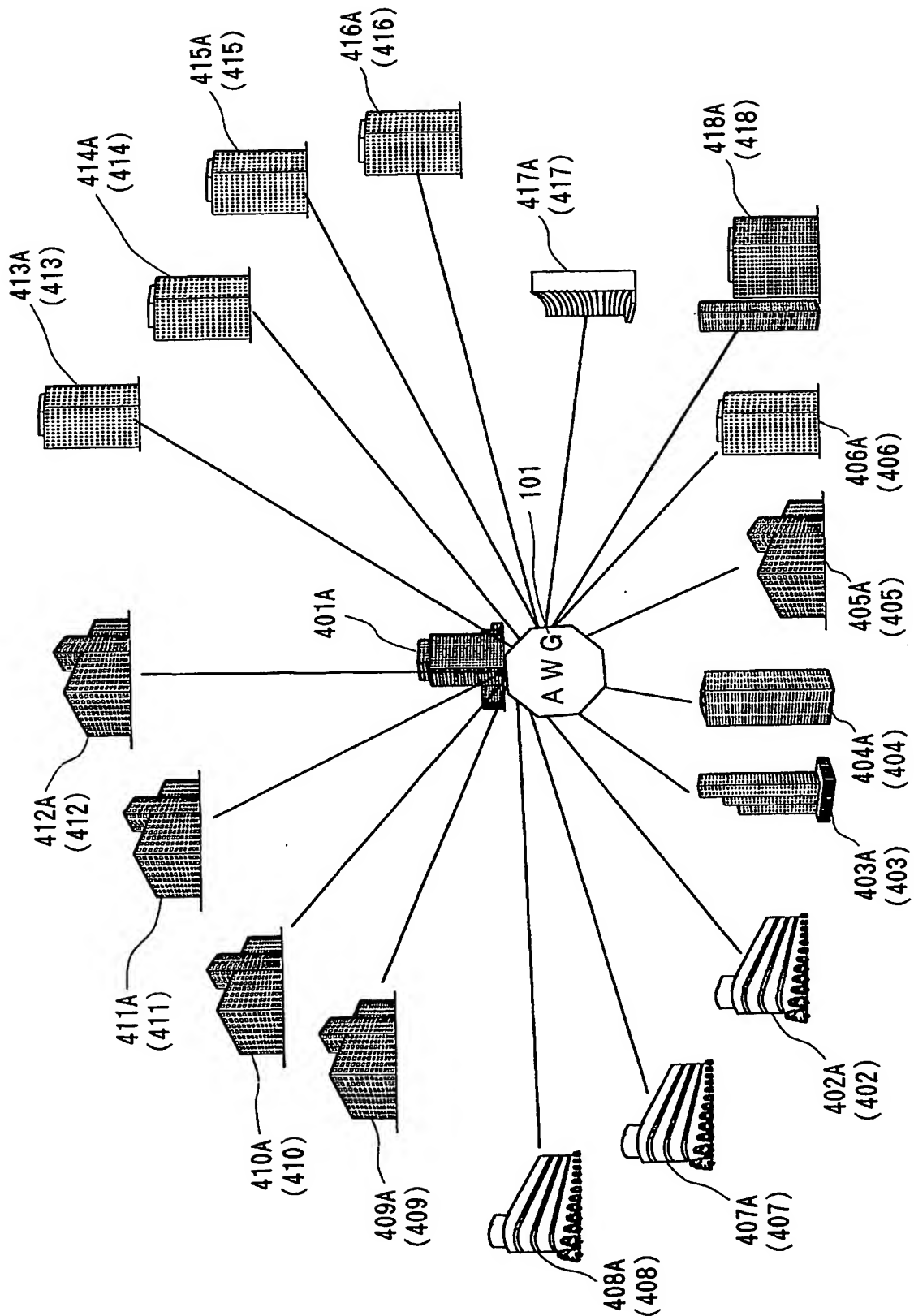
		出力ポート				
		301	302	303	304	305
入力ポート	201	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
	202	$\lambda 5$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
	203	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$
	204	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 1$	$\lambda 2$
	205	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 1$

リングトポロジーを実現する波長配置

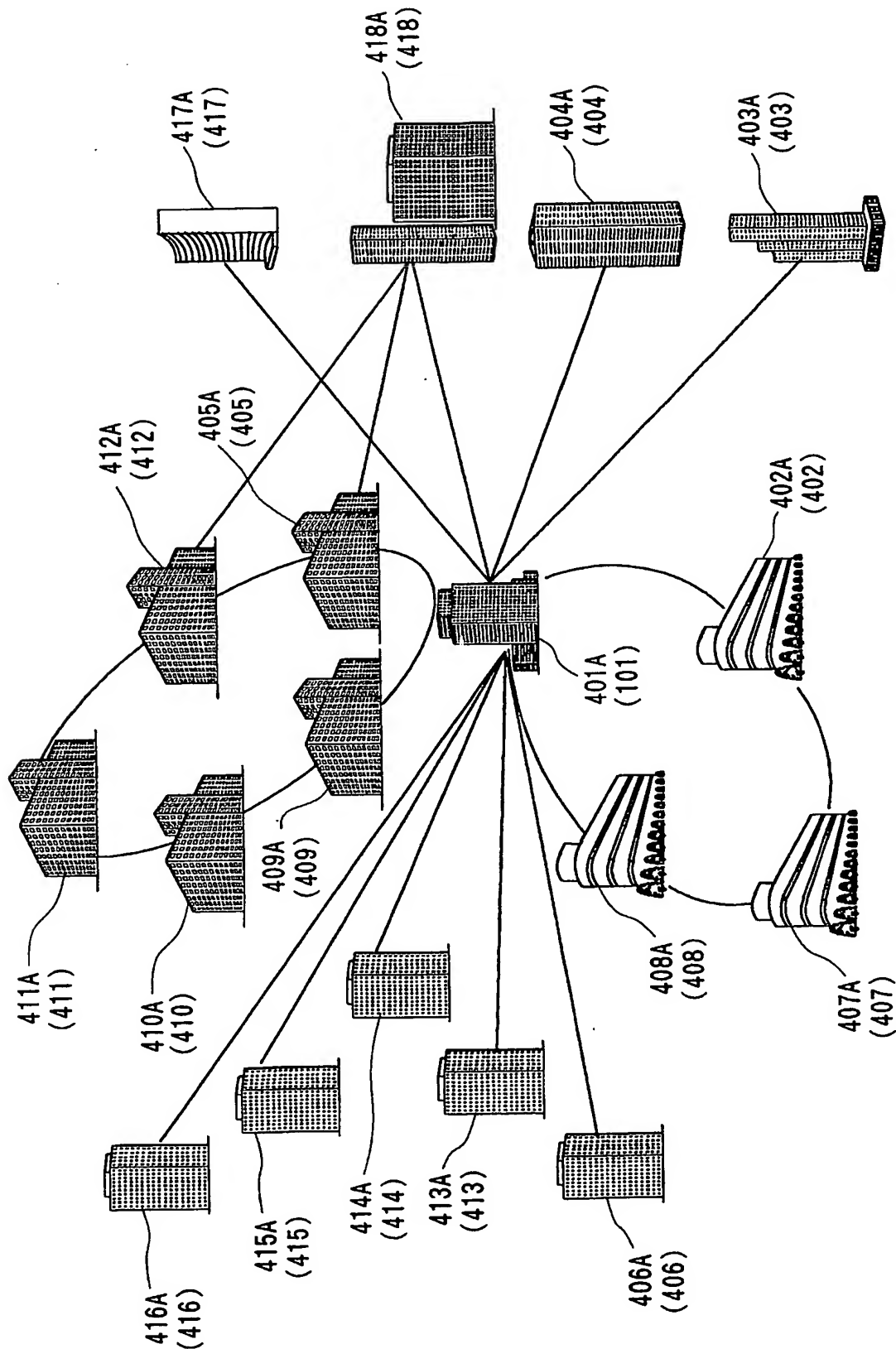
【図 8】



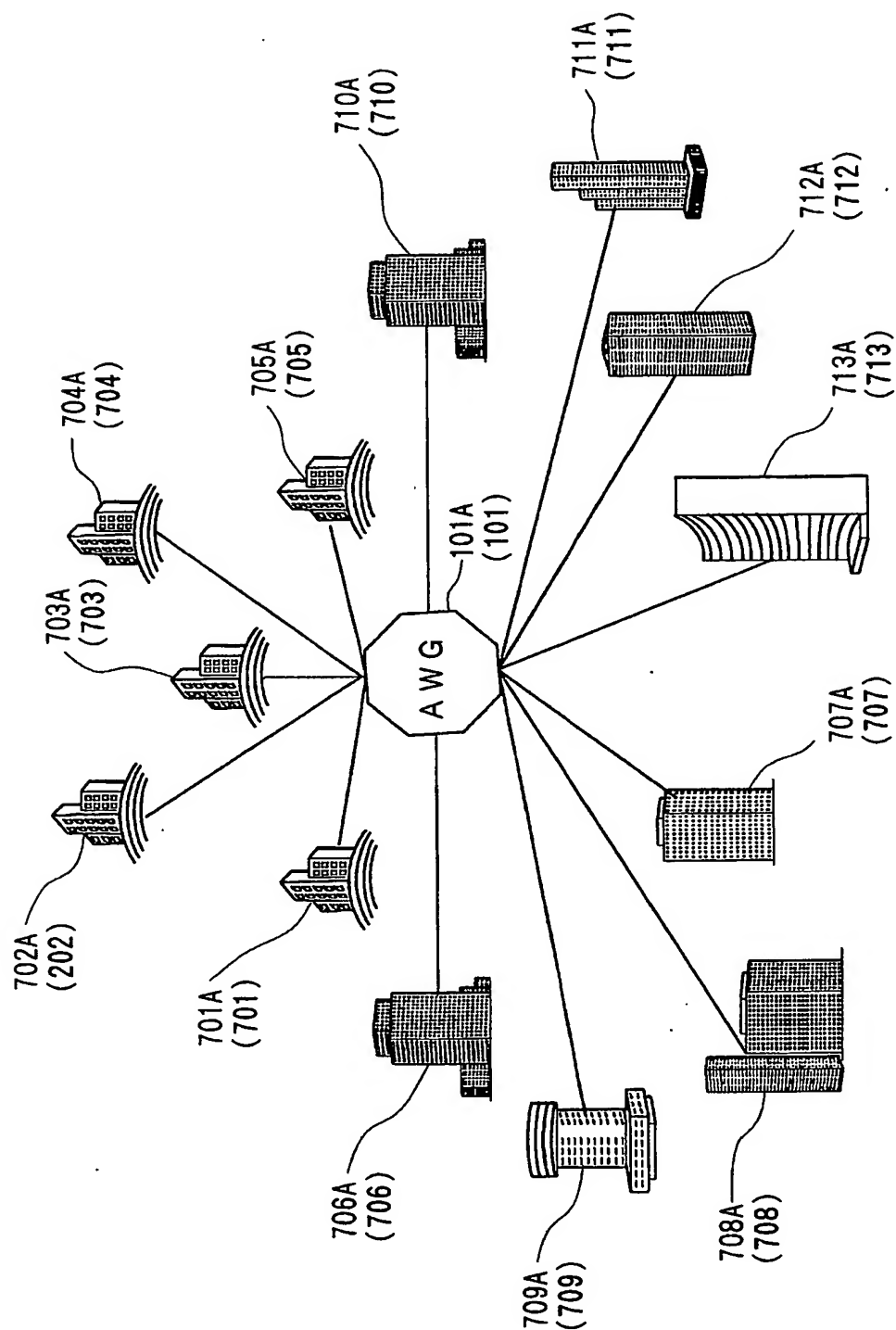
【図 9】



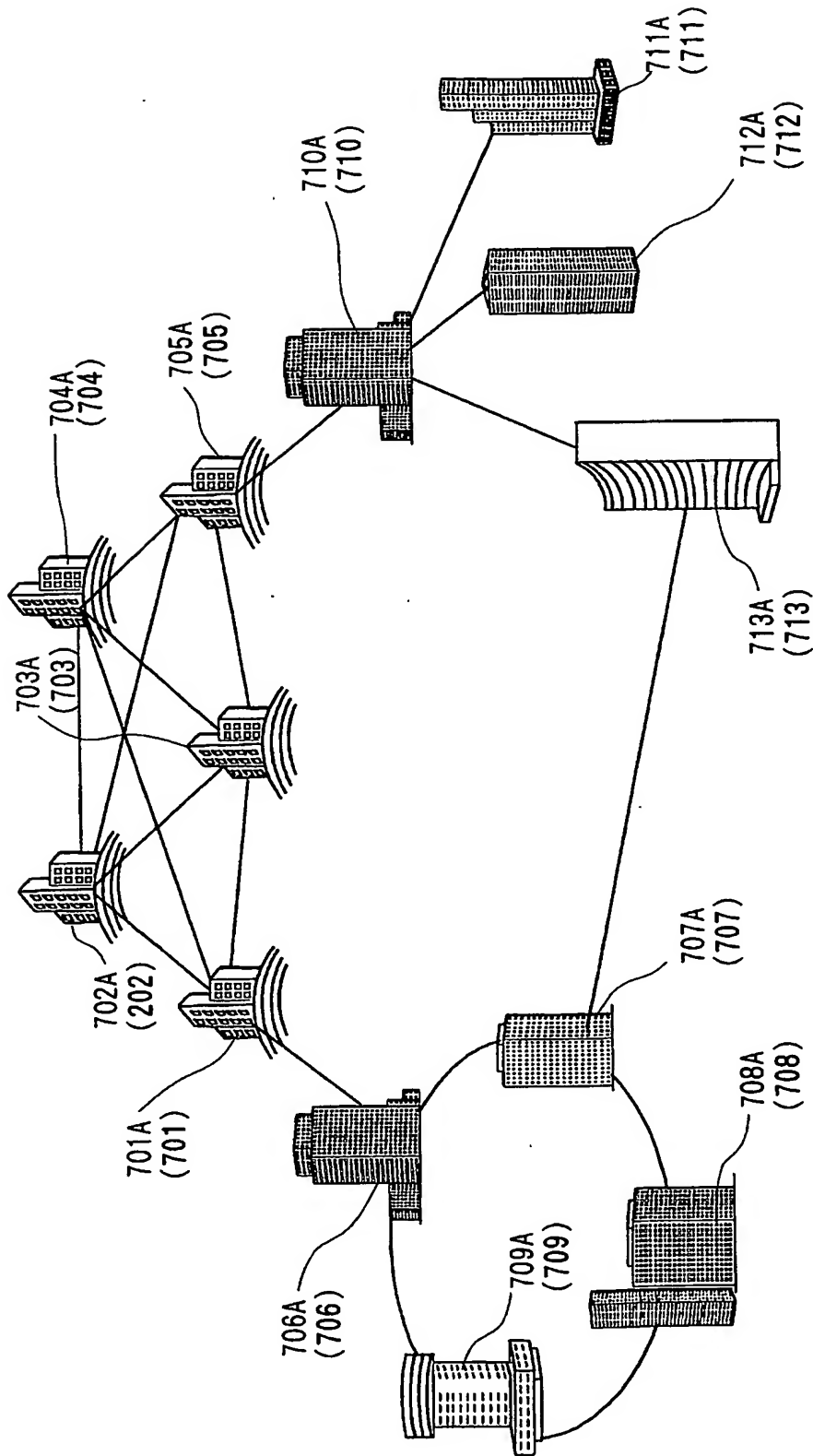
【図 10】




【図 11】

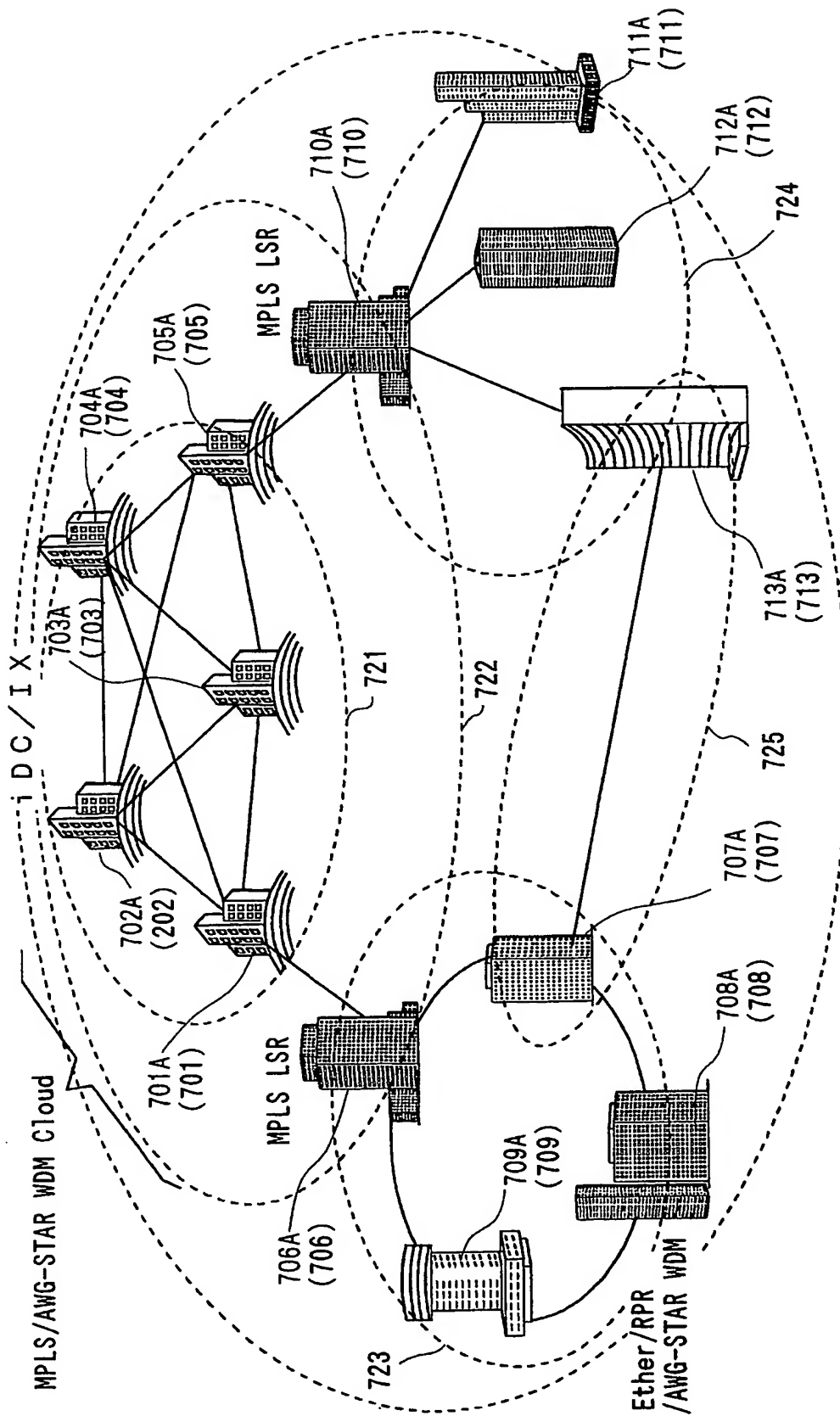


【図 12】






【図 1 3】

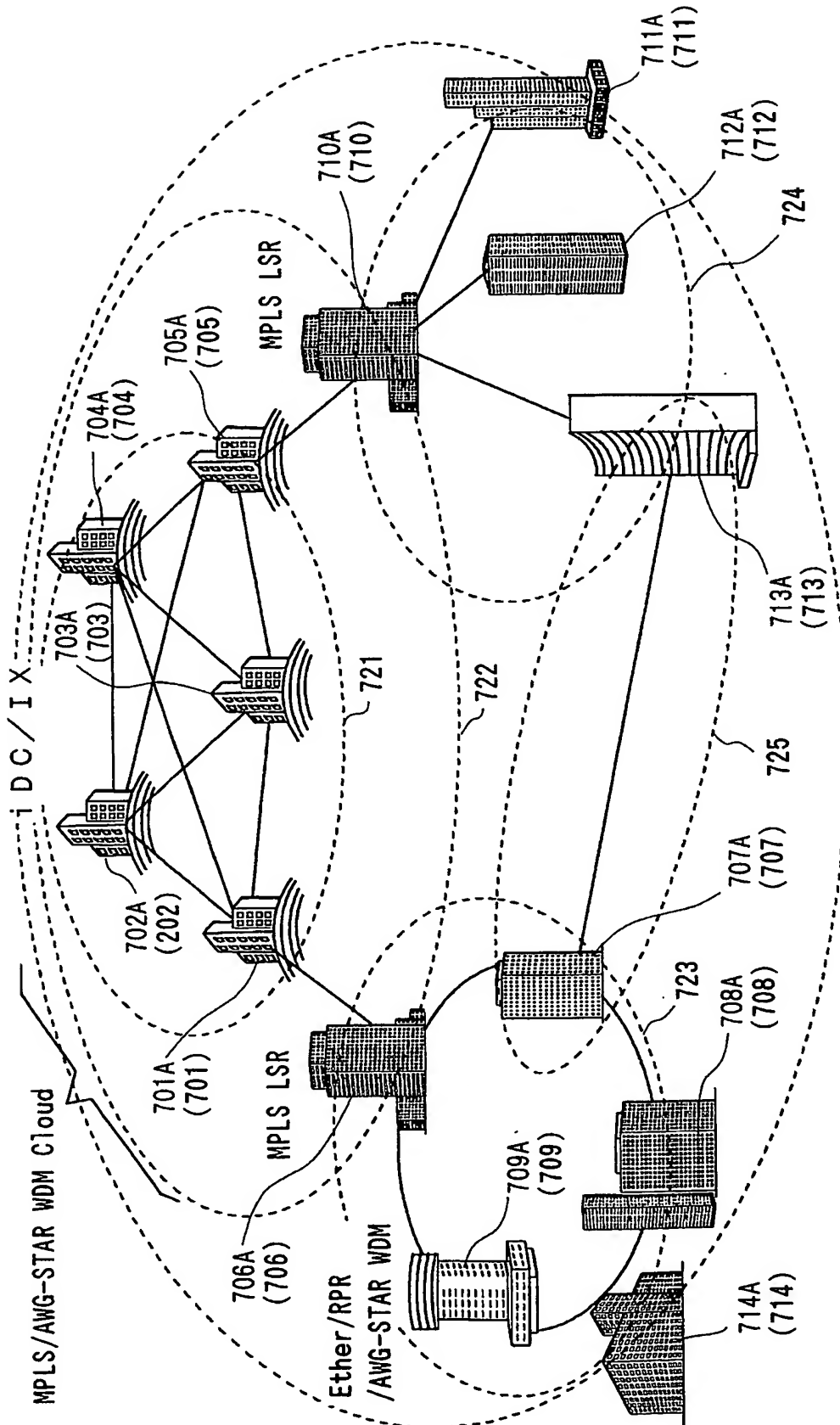





【図 1 4】




【図 1 5】

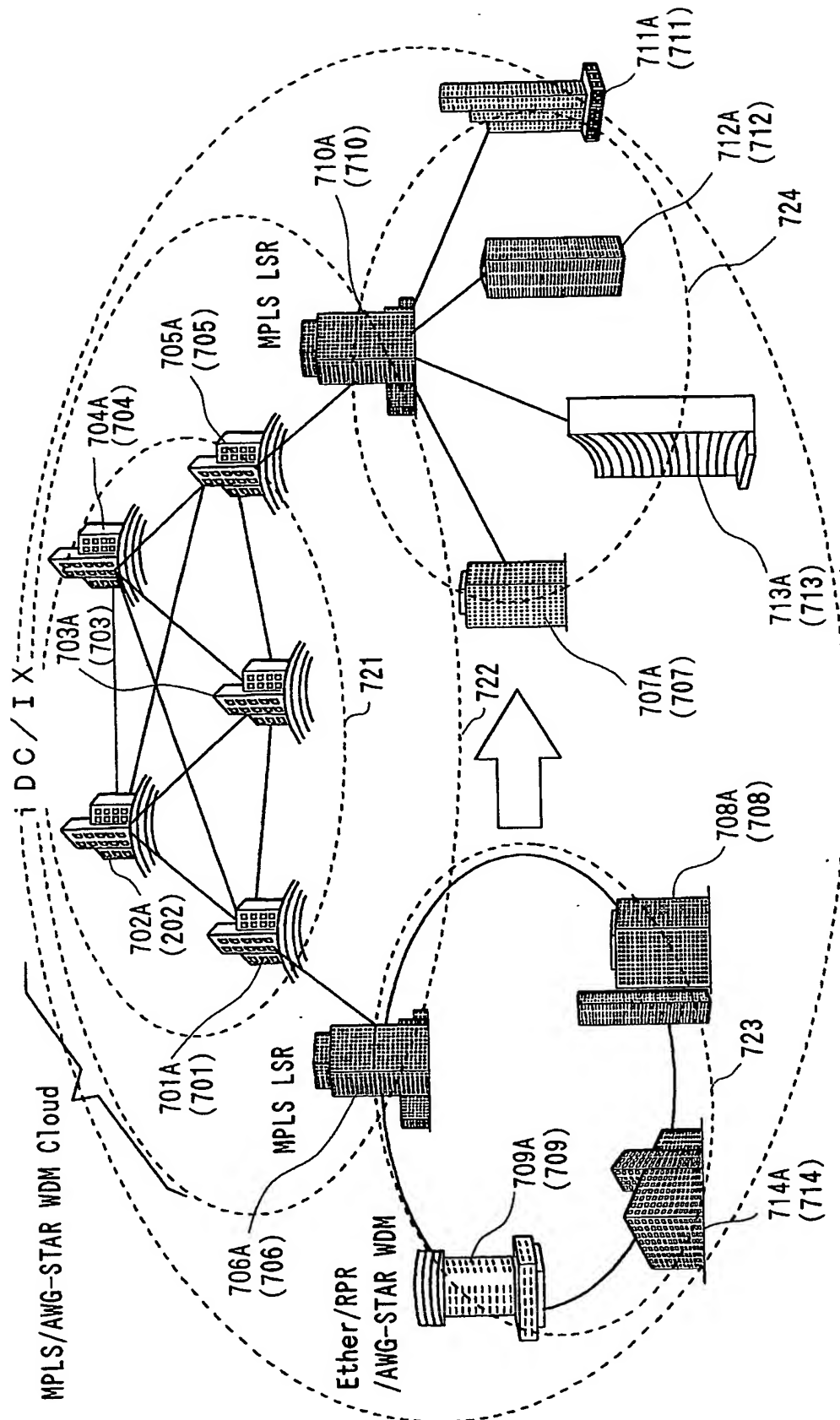




【図 1 6】



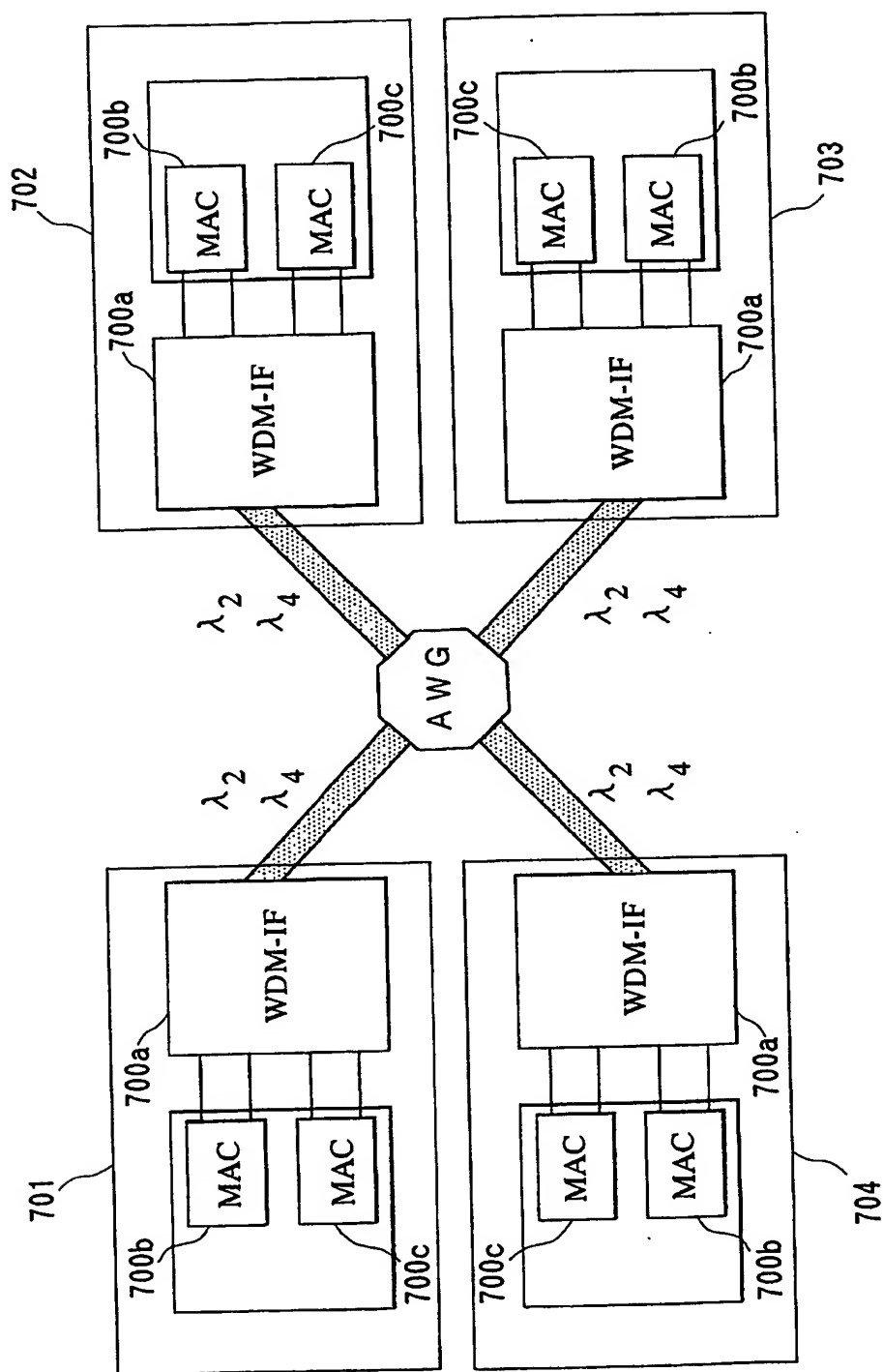
【図 1 7】



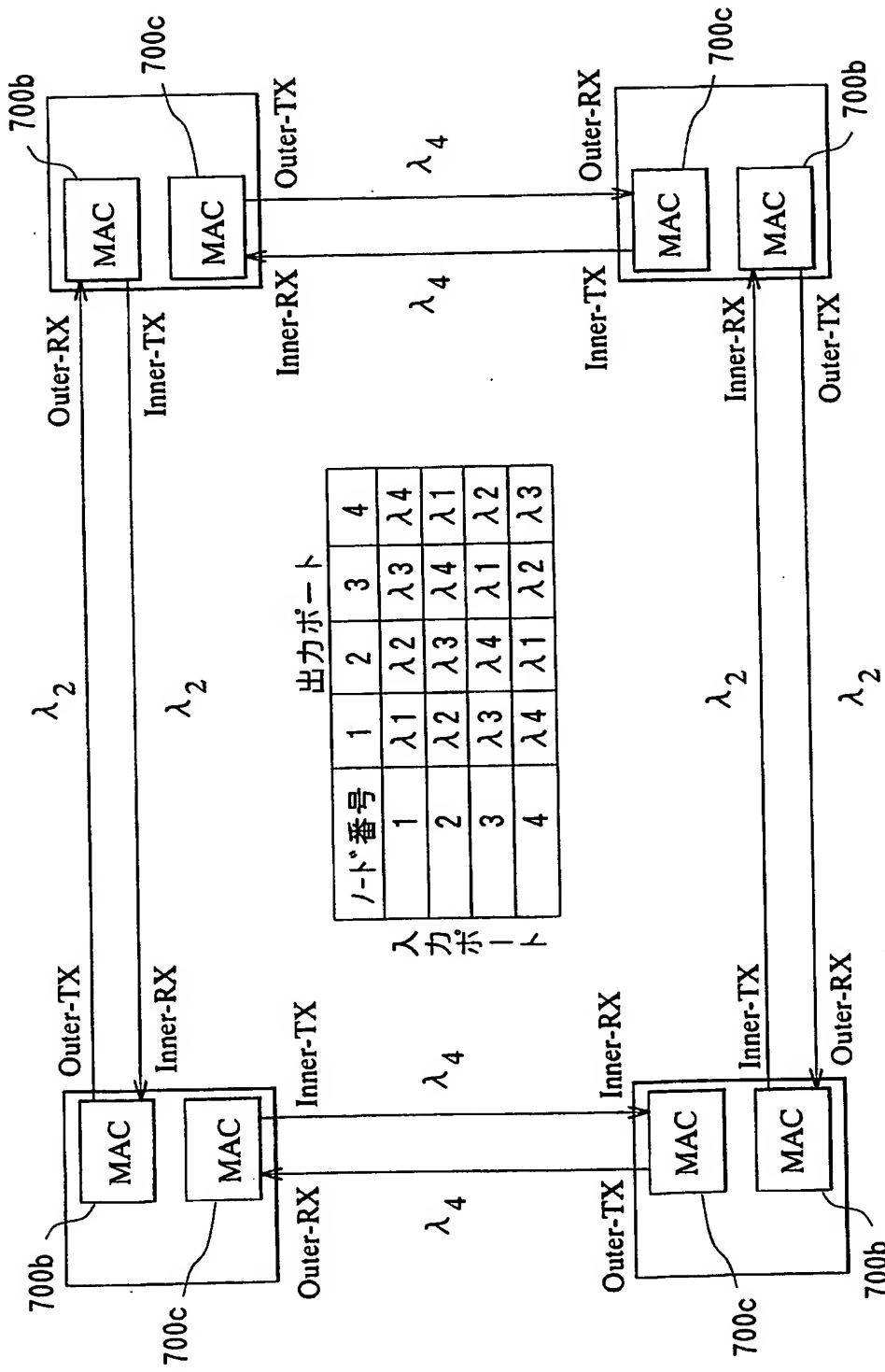


【図 18】

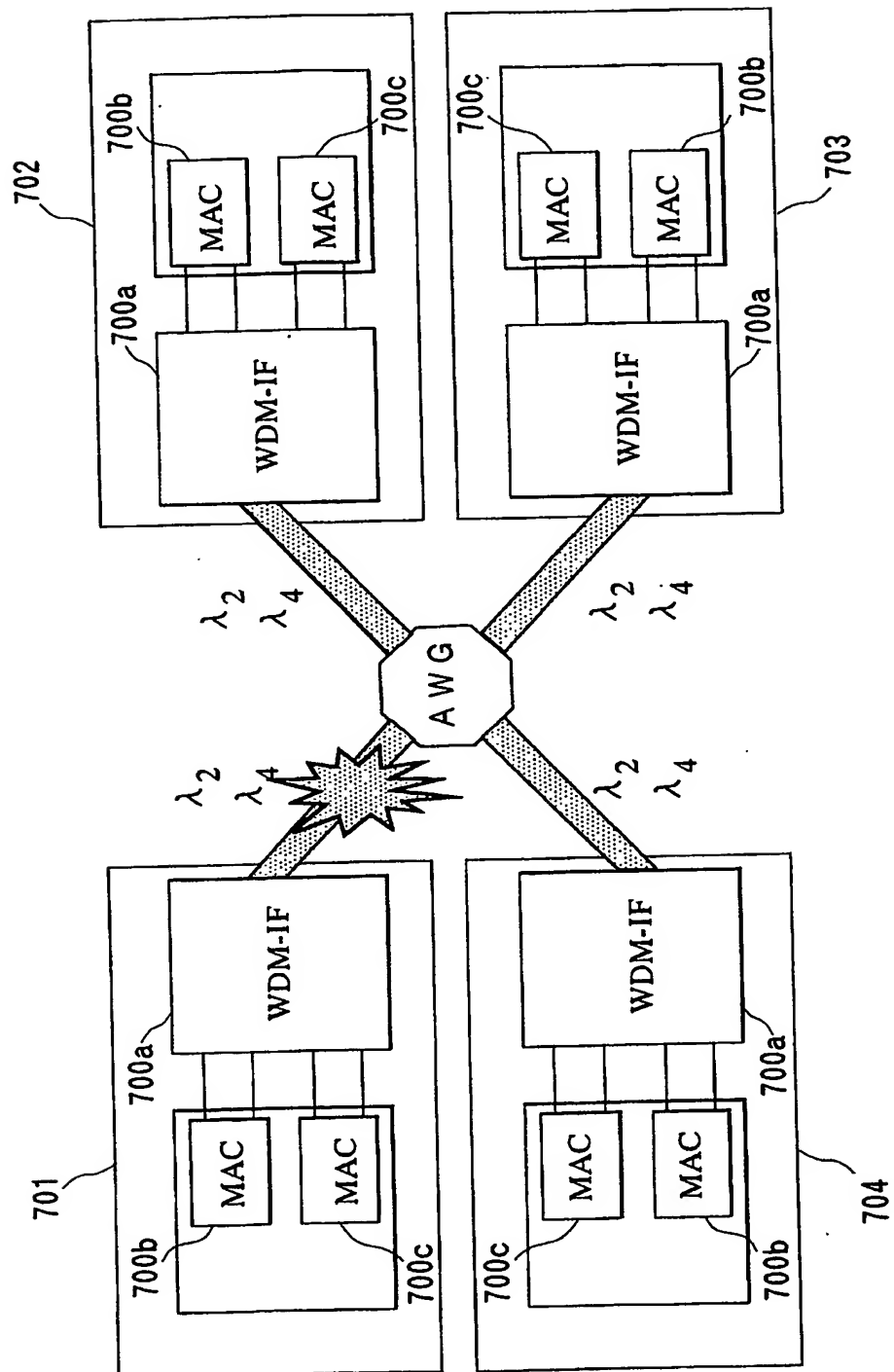
【図 19】



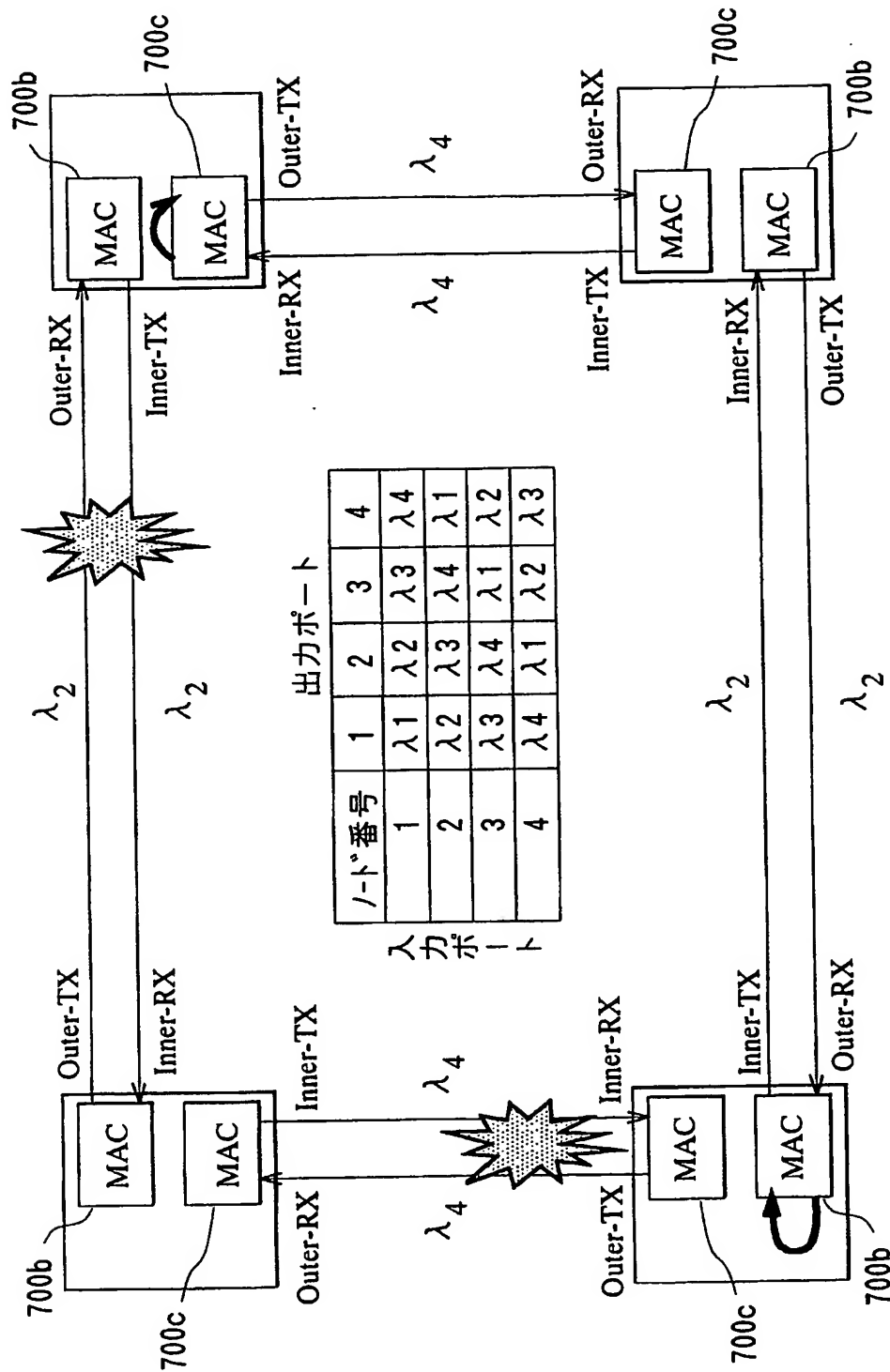
【図 20】



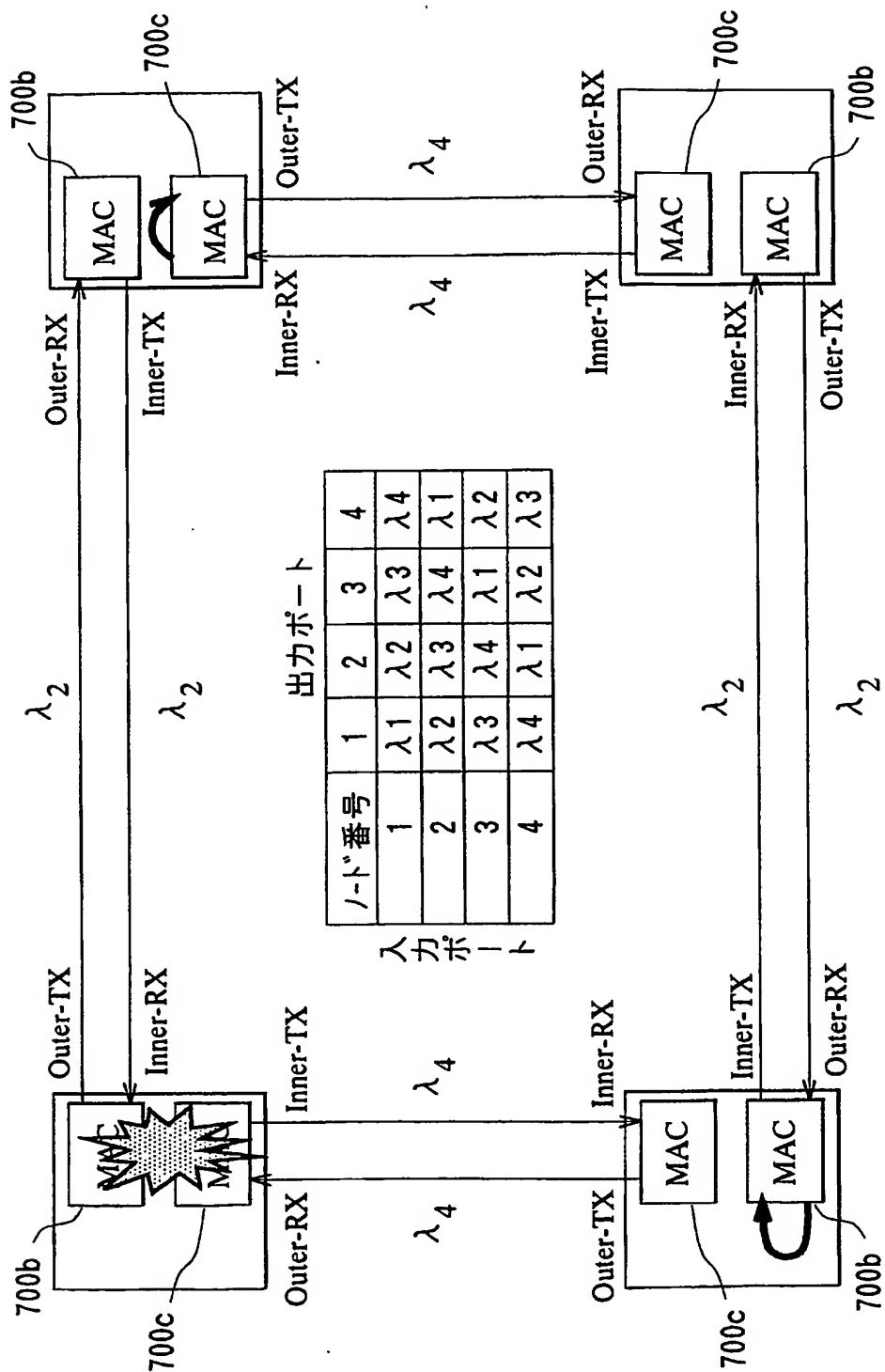
【図 21】



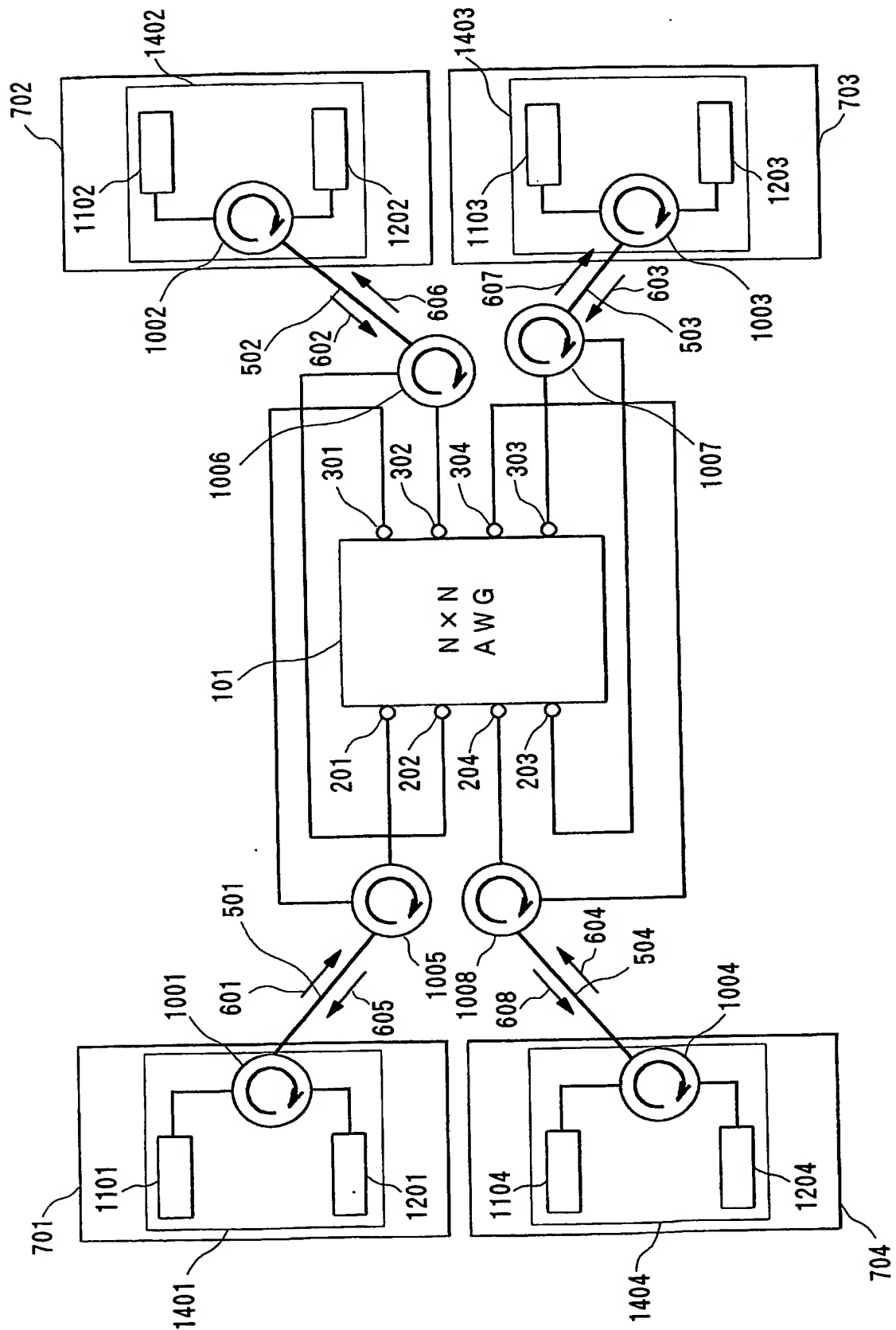
【図 22】



【図 23】



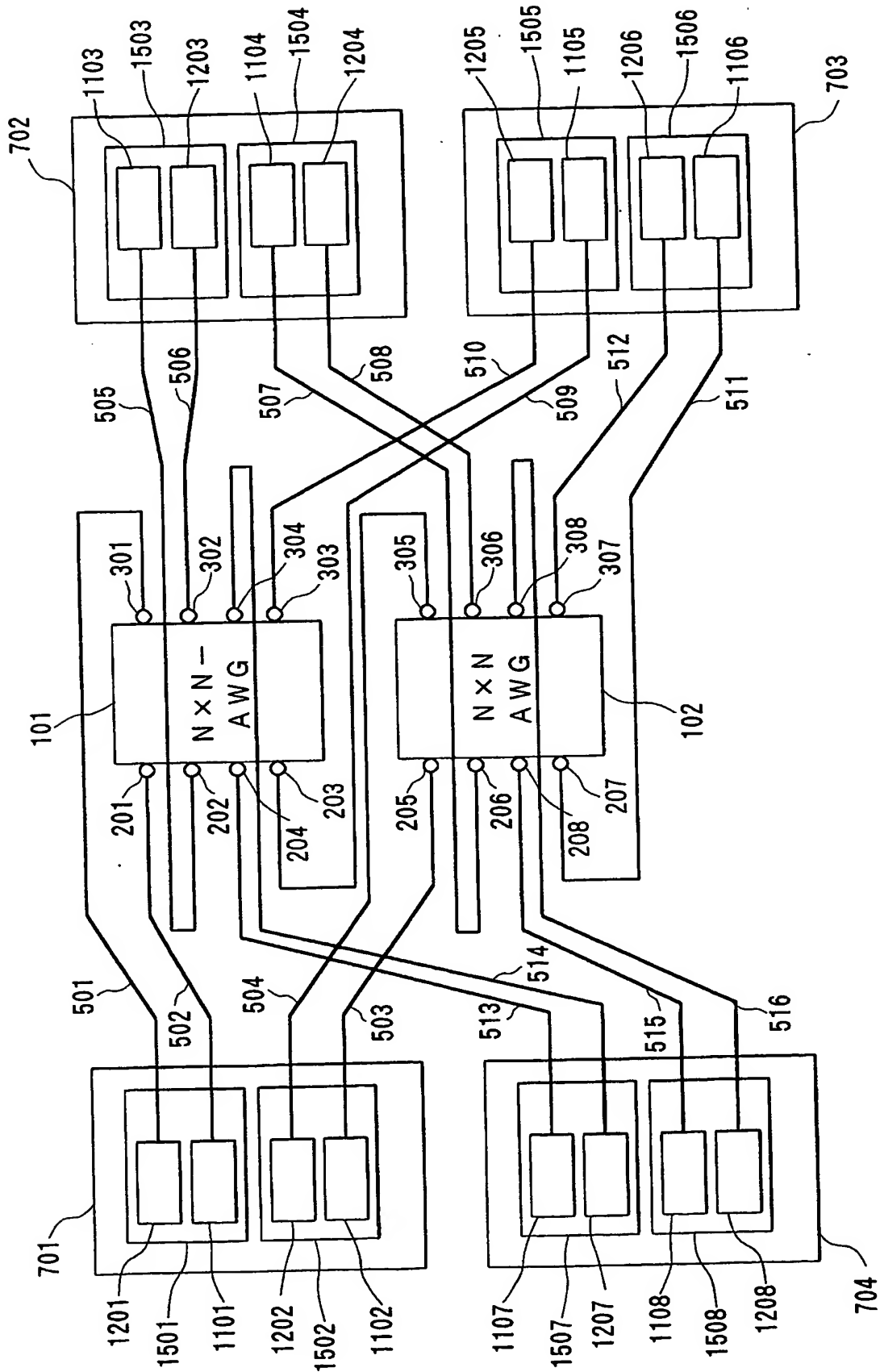
【図 24】




【図 25】

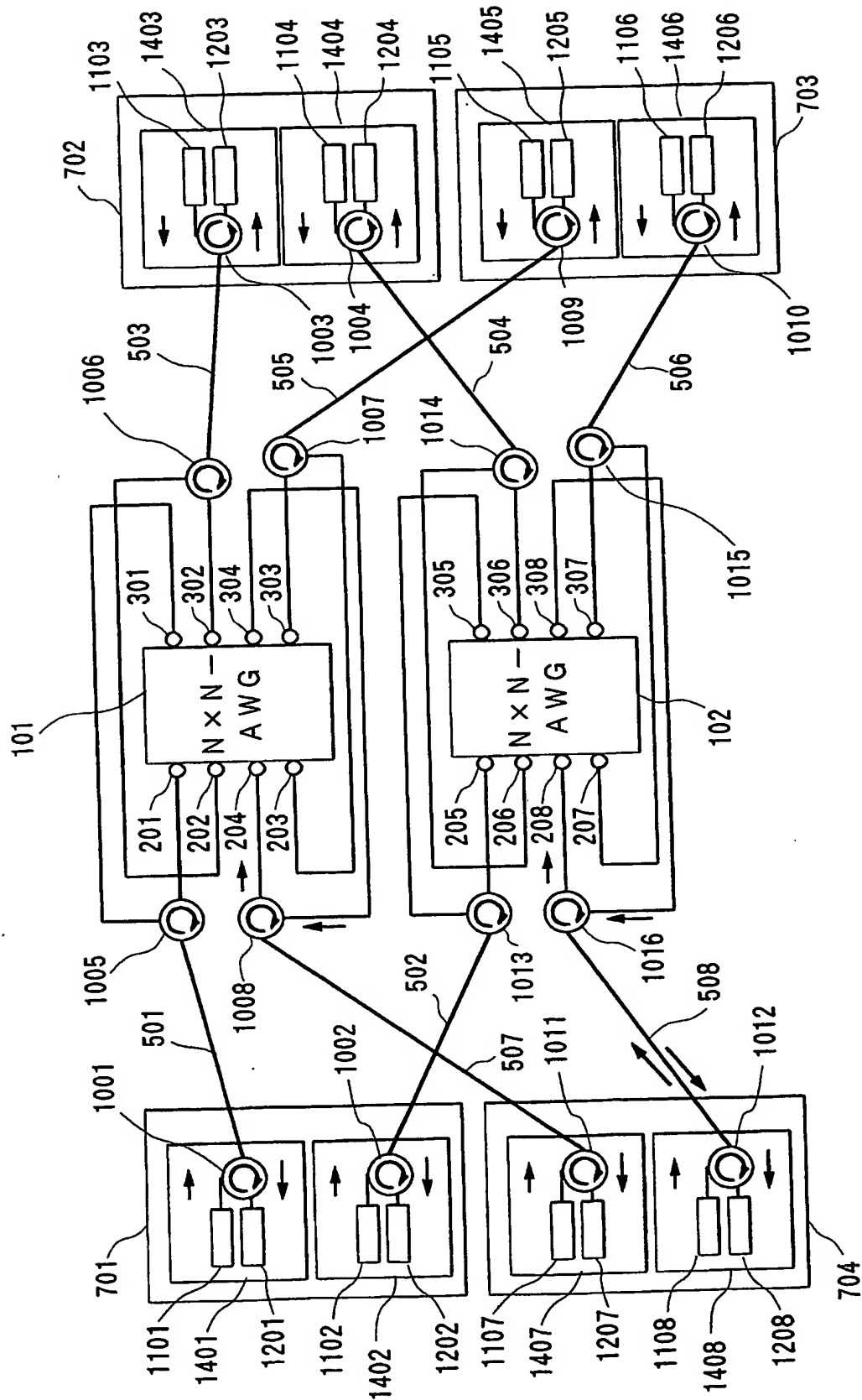
		通信端末 (受信)			
		701	702	703	704
通信端末 (送信)	701	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
	702	$\lambda 4$	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$
	703	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 1$	$\lambda 2$
	704	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 1$

【図 26】



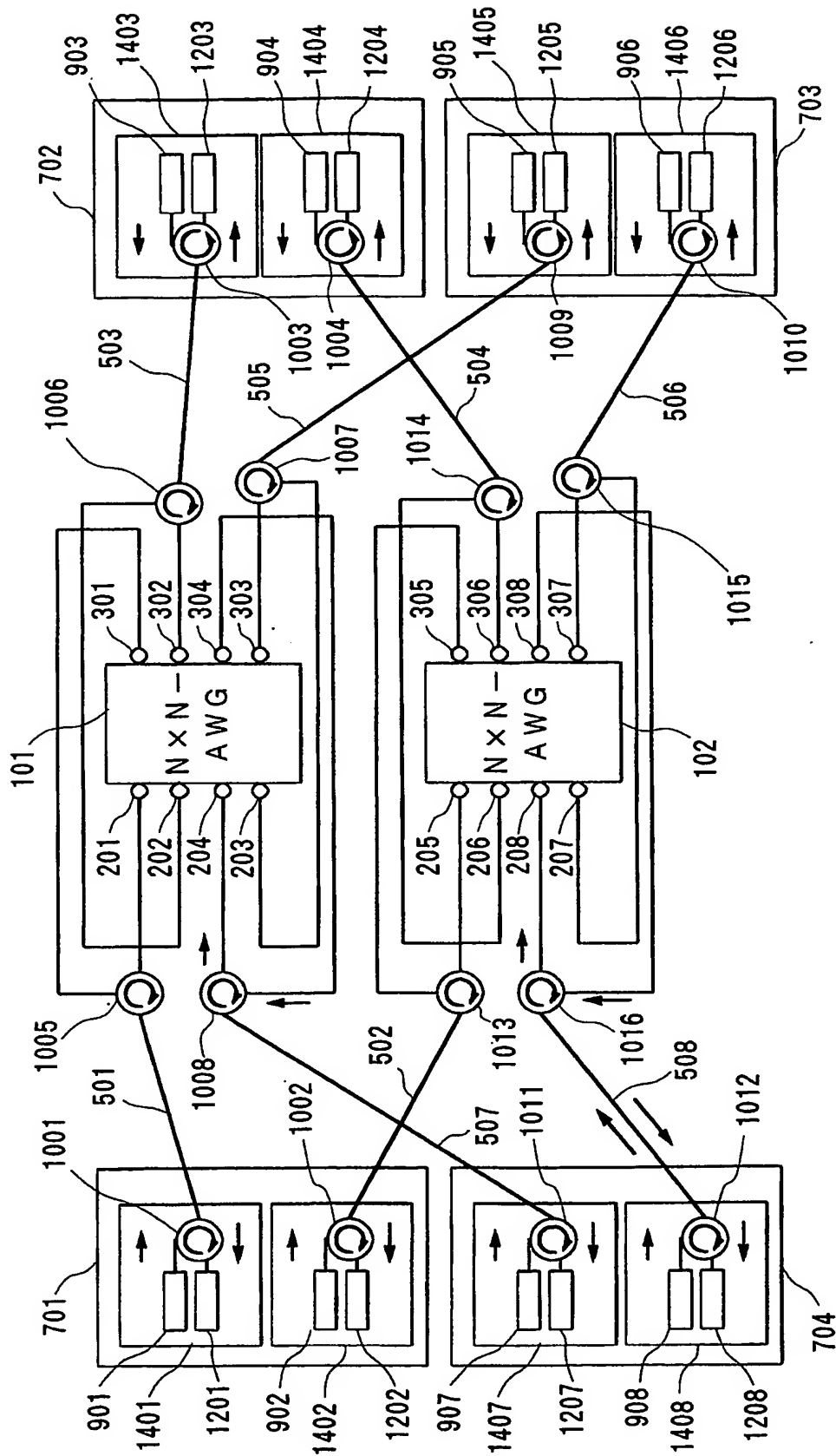


【図 2 7】

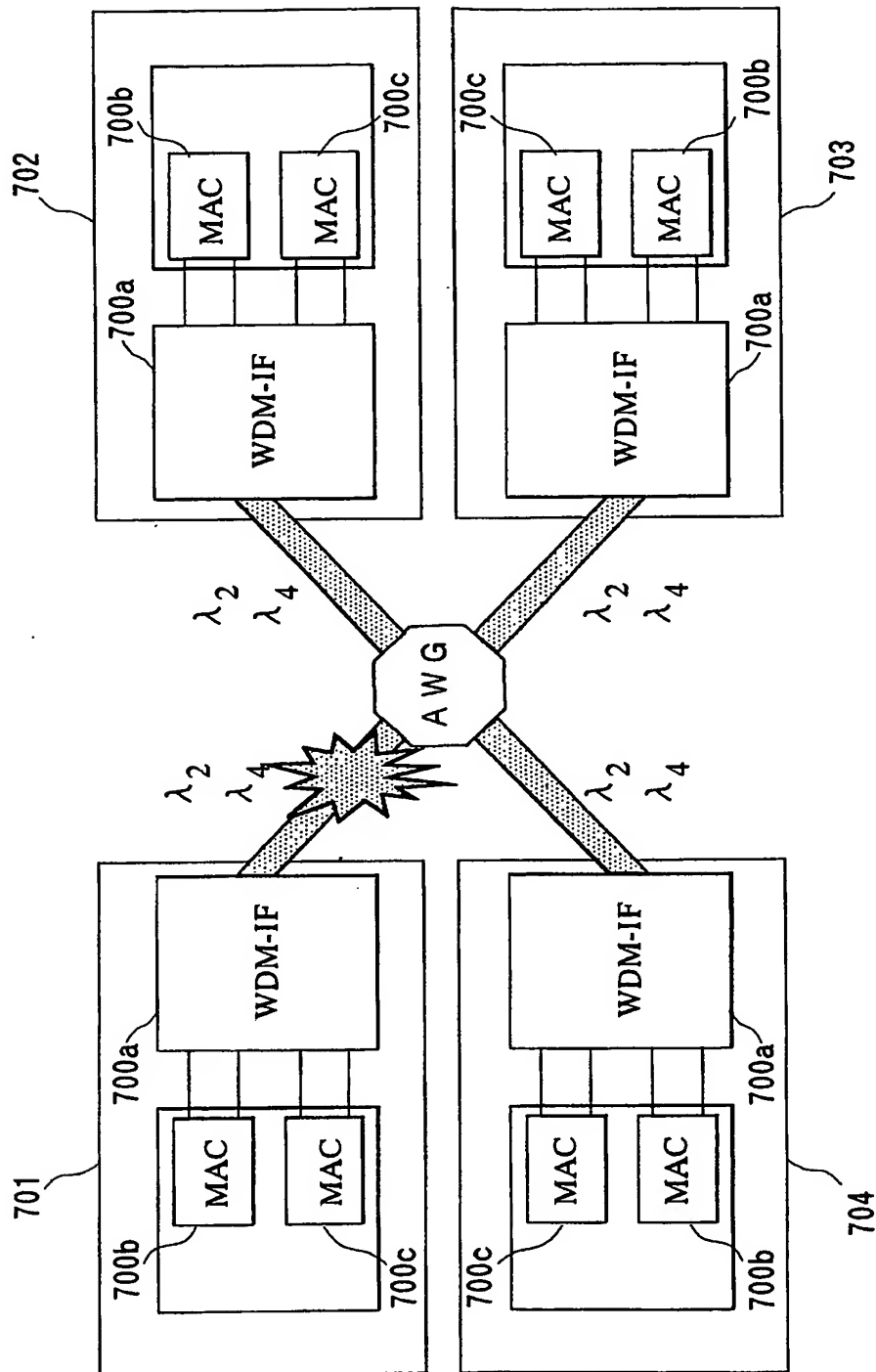




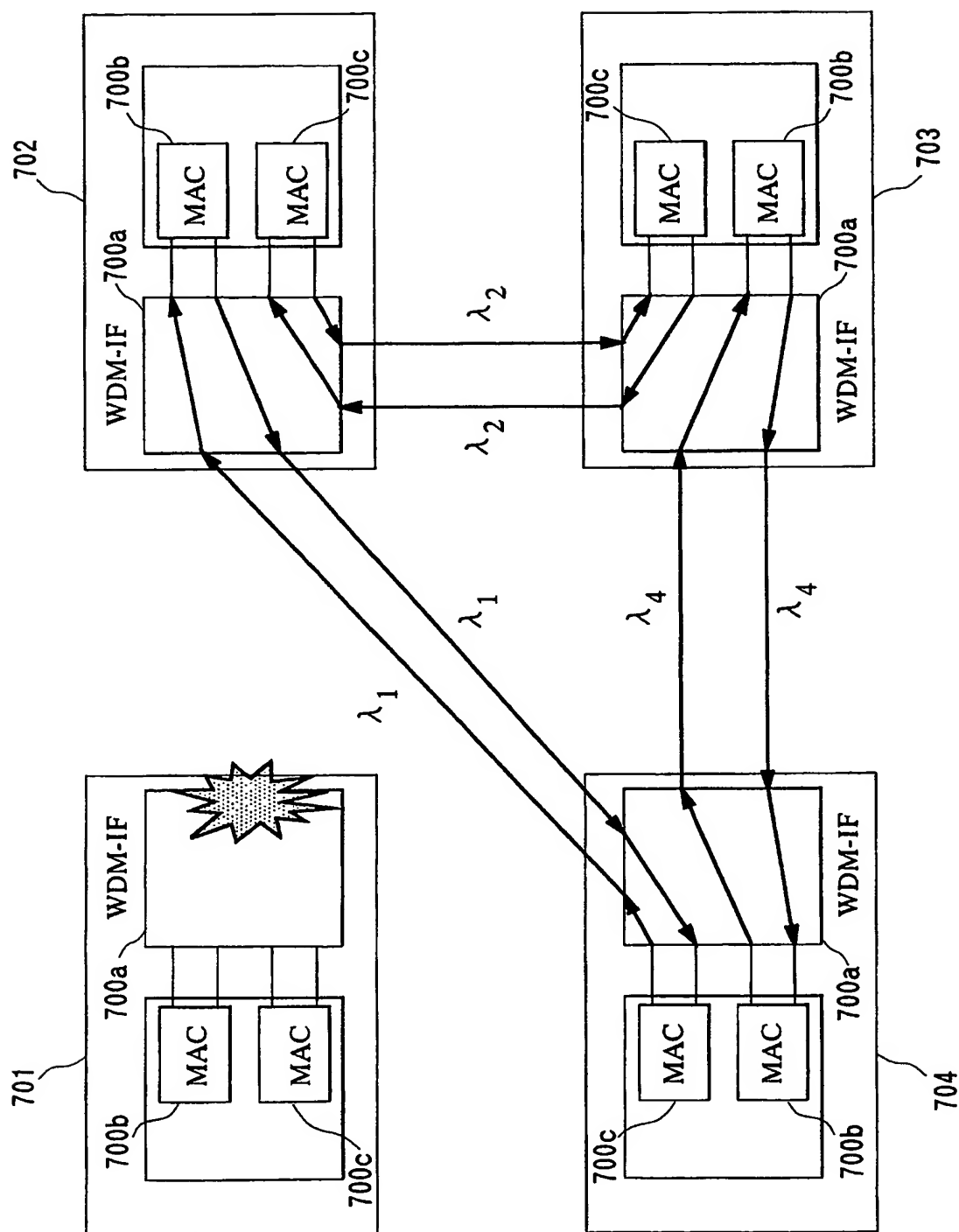
【図 2 8】



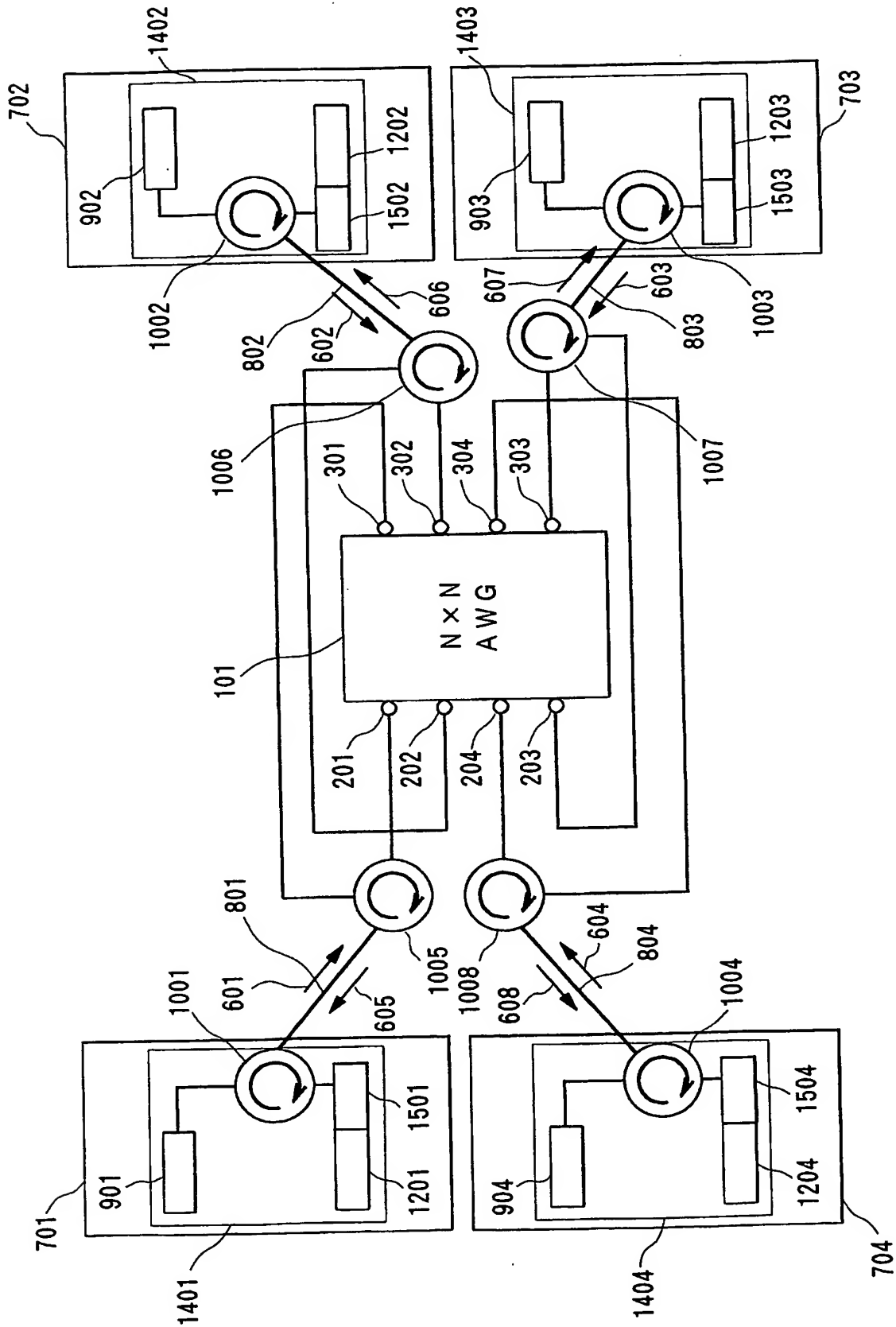
【図 29】




【図 30】

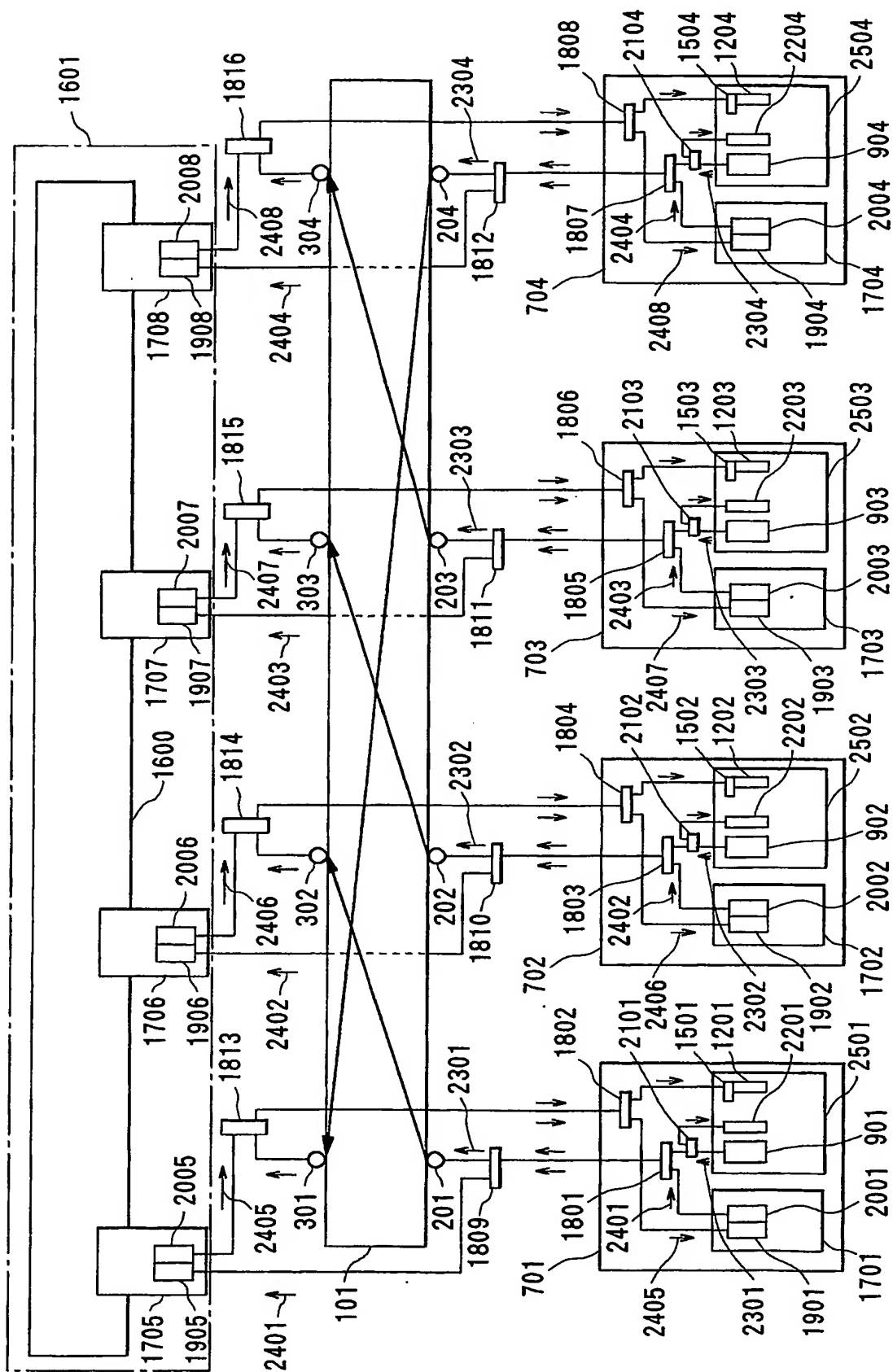


【図 31】





【図 3 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シンプルなネットワーク構成の上で、柔軟なネットワーク設計・構築・運用を簡便に実現し、異なったネットワーク同士も容易に相互接続することが可能であり、頑強なセキュリティを有し且つ障害発生時にも安定に動作可能な光通信ネットワークシステムを低コストに実現する。

【解決手段】 入力ポートに入力された信号光をその波長に基づいて所定の出力ポートに出力する波長ルーティングデバイス101に光ファイバ501～505を介して接続された複数の通信端末ノード401～405によって所定の論理的トポロジを構成するように通信端末ノード401～405が通信に用いる信号光の波長と波長ルーティングデバイス101の入出力ポートの対応関係を設定し、通信端末ノード401～405に、通信に用いる信号光の波長を切り替え設定する手段を備えた。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 5 1 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社